GRAĐEVINAR

ČASOPIS DRUŠTVA GRAĐEVINSKIH INŽENJERA
I TEHNIČARA N. R. HRVATSKE

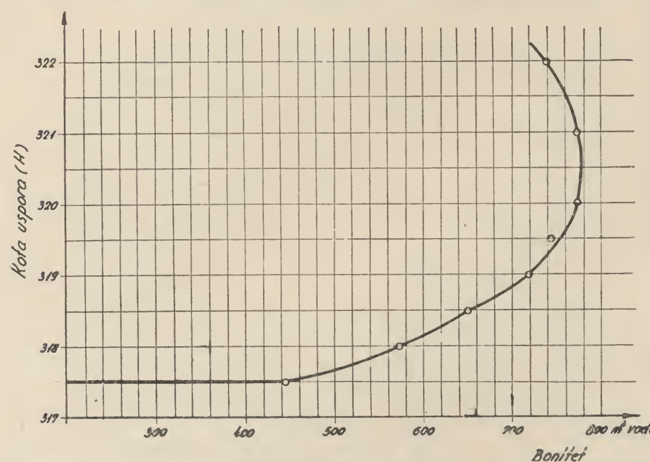
SADRŽAJ

GOD. V PROSINAC 1953 BROJ 6

»GRAĐEVINAR« IZLAZI 6 PUTA GODIŠNJE

Dopise i članke treba Uredništvu dostaviti u dva primjerka pisana strojem, u **originalu** i jednoj kopiji, pisano s razmakom između redaka. Pisati treba samo na jednoj stranici lista. Crteže i opise na njima treba izraditi crnim tušem na prozirnom ili glatkom bijelom papiru, tako da umanjeni na stranicu časopisa budu jasni i čitljivi. Pretanke crte, sitna slova i brojke ne smiju se upotrebljavati. Fotografije moraju biti jasne. Objavljeni radovi se honoriraju, rukopisi ne vraćaju.

Usvajanjem visine uspora vode na koti 320,0 dobiva se u jezeru Sabljaki bruto volumen akumulacije od 4,1 hm^3 vode, s korisnom zapreminom između kota 320,0 i 317,5 (usvojena najniža kota pražnjenja) od 3,3 hm^3. U jezeru Bukovnik dobiva se sa usporom na koti 320,0 bruto volumen akumulacije od 0,235 hm^3 vode sa korisnom zapreminom pri pražnjenju do kote 317,5 od 0,200 hm^3 vode. Pošto oba jezera učestvuju u napajanju elektrane vodom na principu spojenih posuda, ukupna akumulirana korisna rezerva vode iznosi 3,3+0,2=3,5 hm^3. To je rezerva, koja kod minimalnog dotoka omogućava hidroelektrani da radi punom snagom na pokrivanju vršnog opterećenja kroz pola dana. Iako je ova hidroelektrana normalno namijenjena pokrivanju temeljnog opterećenja, gore spomenuta sposobnost učestvovanja u pokrivanju vršnih opterećenja povećava njen značaj.



Sl. 4. Krivulja boniteta, koja pokazuje količinu vode jezera Sabljaki što se akumulira pomoću 1 m³ brane.

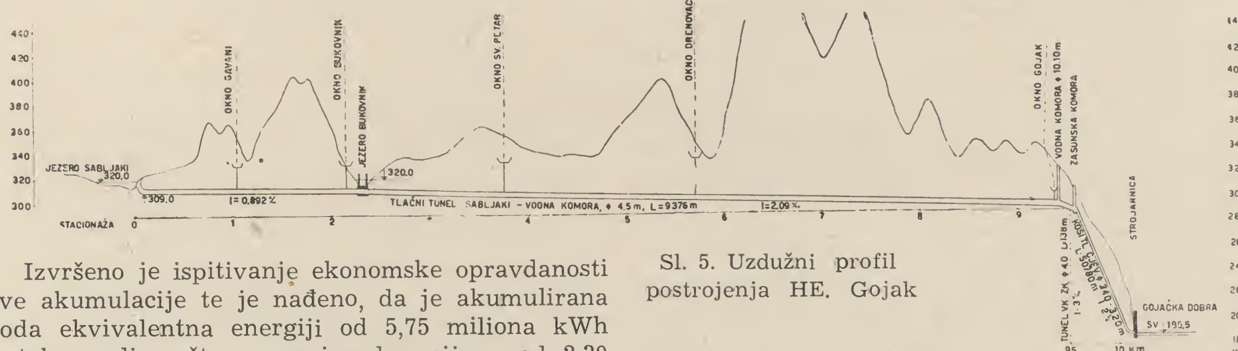
Izvršeno je ispitivanje ekonomske opravdanosti ove akumulacije te je nađeno, da je akumulirana voda ekvivalentna energiji od 5,75 miliona kWh u toku godine, što uz proizvodnu cijenu od 2,30 Din/kWh daje godišnji doprinos od 13,2 miliona dinara. Kvota godišnjih troškova za investirani novac u izgradnju akumulacije iznosi 6,84‰ od 68 miliona dinara ili 4,65 miliona dinara. Akumulacija u ovom obimu je dakle rentabilna.

Ulaznim uređajima kod brane Sabljaki i Bukovnik odvodi se voda iz akumulacije u zajednički dovodni tunel. Spojna točka, gdje se spojni tunel Ø 4,5 m od jezera Sabljaki sastaje sa spojnim tunelom Ø 4,5 m od jezera Bukovnik, nalazi se neposredno uz ulazni uređaj Bukovnik na Dobri (vidi sl. 5), udaljena oko 32 m od ulaznog uređaja Bukovnik i 2200 m od ulaznog uređaja Sabljaki. Od te točke počinje zajednički dovod Ø 4,5 m dužine oko 7176 m do vodne komore, koji se nastavlja sa Ø 4,0 m u dužini od 155 m do zasunske komore na početku tlačnog cijevnog voda. Trasa dovodnog tunela najkraćim putem povezuje Zagorsku Mrežnicu i Ogulinsku Dobru na mjestu gdje su se te dvije rijeke najviše približile, a zatim radi zaobilaženja ogulinske ravnice i jačeg ulaženja u masiv Jalvice nastavlja od spojne točke na lijevoj obali Dobre u pravcu sjever-sjeverozapad do Sv. Petra, gdje pravi zaokret u pravcu sjevero-istoka i prolazi ispod Drenovca (kota 351), da bi se između 8. i 9. kilometra upravila na istok prema Gojaku.

Hidroelektrana ima 3 grupe, a snabdjevena je Francis turbinama na vertikalnoj osovini i trofaznim sinhronim generatorima, svaki snage 20 MVA u blok-spoju s transformatorima.

Glavne karakteristike elektrane:

Najveća protoka	50 m³/sek
Usvojena srednja godišnja protoka	31,2 m³/sek
Usvojena srednja iskoristiva protoka	22,3 m³/sek
Maksimalni bruto pad	134,5 m
Prosječna raspoloživa godišnja proizvodnja	191 milion kWh
Instalirana snaga (3 agregata) .	68 000 KS 60 000 VA
Najveća snaga na sabirnicama 110 kV	48 000 kWh
3 Francis turbine za 118 m pada i 16,67 m/³sek	22 550 KS 428 o/m
3 trofazna generatora 10,5 kV, cos φ = 0,8	20 000 kVA



Sl. 5. Uzdužni profil postrojenja HE. Gojak

Rentabilnost postrojenja vidi se iz ovoga: Računajući s interkalarnim kamatima u toku 4 godine izgradnje i sa kamatnom stopom od 5%, dobivamo uz trošak građenja objekta od 5,8 milijardi dinara sumu godišnjih troškova od 0,44 milijarde dinara. Uz godišnju raspoloživu proizvodnju od 0,191 milijarda kWh proizvodna cijena struje će iznositi 0,440 : 0,191 = 2,30 Din/kWh, što je vrlo nisko, pa u punoj mjeri opravdava angažiranje kapitala od blizu 6 milijardi na izgradnju HE Gojak.

Troškovi izgradnje iznose u odnosu na instalirani kW 137 600 Din, a na godišnju raspoloživu energiju 37,70 Din/kWh, što je također povoljno.

3. Hidrološki podaci i kratki osvrt na geologiju područja

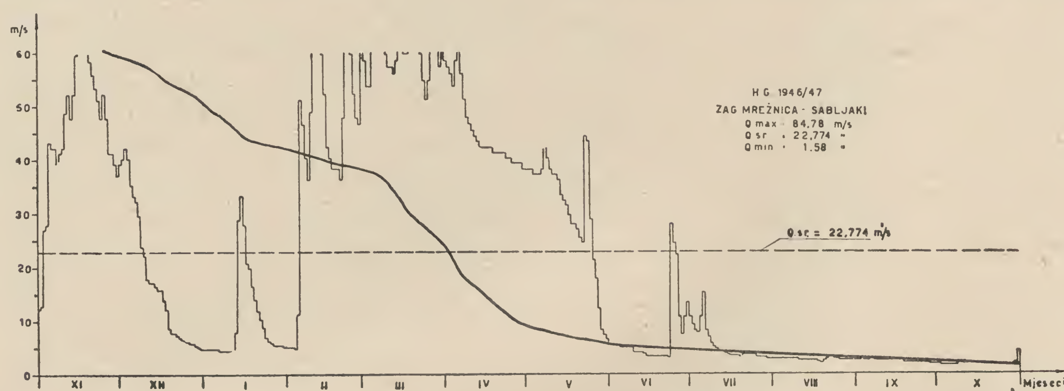
HE Gojak nalazi se u području voda koje imaju sve karakteristike kraške hidrologije, što znači neodređenost hidrografskih granica pojedinih slivnih područja. Zbog razjašnjenja tih granica i određivanja veze među pojedinim ponornicama, izvedeni su obimni istražni radovi, ali nisu još potpuno završeni, jer je područje veliko, a sredstva su ograničena.

Slivno područje Dobre i Mrežnice, gledano u cjelini, leži u naslagama mezozoika, a u neznatnoj mjeri i u paleozoiku. Dio ovog slivnog područja koji nas interesira, a to je jugo-istočni dio, predstavljen je mezozoikom koji se javlja u naslagama vapnenca i dolomita trijasa, jure i krede. Mjestimično se javljaju rabeljske naslage i razbacana područja tercijarnih glina s pijeskom te naplavine diluvija i aluvija. To područje po svojim hidrološkim i hidrografskim karakteristikama spada u tipični kraški teren, iako ne u t. zv. »ljuti« krš.

s konstantnom pritokom vode i prilično neovisna od klimatskih i sezonskih promjena, što daje Mrežnici karakter rijeke s ujednačenom protokom (slika 6).

Uzevši u obzir sve nesigurnosti kod određivanja granica slivova, Zagorska Mrežnica ima do profila Sabljaki površinu slivnog područja od oko 454 km^2, sa visinom oborina od 2053 mm i oticajnim koeficijentom od oko 0,70, uzeto za srednju hidrološku godinu 1946/47. Najveća voda u Zagorskoj Mrežnici sa 100-godišnjom vjerojatnoćom javljanja ocjenjuje se na 118 m^3/sek, a najmanja dosada zapažena voda je 1,10 m^3/sek. U srednjoj godini, kojoj je predstavnik hidrološka godina 1946/47, imamo za profil Sabljaki (sl. 6) $Q_{max} = 84,78$ m^3/sek, $Q_{min} = 1,58$ m^3/sek i $Q_{sr} = 22,77$ m^3/sek. Mjerenja vodnih količina u profilu Sabljaki izvršena poslije rata od 1946 do 1952 dobro se poklapaju sa mjerenjima od prije rata, tako da je potvrđena ranije nađena konsumpciona linija za taj profil.

O g u l i n s k a D o b r a. Do poniranja u Đulin ponor kod Ogulina, Dobra ima naziv Ogulinska Dobra, a od ponovne pojave kod sela Gojaka nosi naziv Gojačka Dobra. Rijeka Dobra nastaje iz tri potočića: prvi izvire kod Skrada i utiče u drugi, koji se zove Bukovačka Dobra, a izvire ispod Javorove kose i Velikog Laza; treći potok, koji se naziva Donja Dobra, a izvire ispod Smišljaka, sastaje se s prva dva kod sela Donja Dobra. Iza Vrbovskog, gdje Dobra ulazi u vapnenačko-dolomitno područje, ona poprima karakteristike krške rijeke u kanjonskom koritu, koje se kod Okruglice proširuje i primajući s desne strane vodom bogati Vitunj potok zalazi u prostrano Jelasko polje. Kod Vučić sela ponovno ulazi u kanjon, koji ju prati sve do Đulinog ponora ispod Ogulina. Nizvodno od Vrbovskog Dobra je praćena nizom ponora, koji gutaju znatne količine vode, tako da u sušnim periodima na potezu od mlina Okruglice pa do utoka Vitunja Dobra uopće nema vode. Ista je pojava nizvodnije od t. zv. Đavoljeg prelaza do Ogulina. Ostale pritoke Dobre, koje dolaze sa desne strane, daju vodu samo za jačih kiša.



Sl. 6. Diagram dnevnih vodnih količina i linija trajanja Zagorske Mrežnice u profilu Sabljaki za 1946/47 godinu

Z a g o r s k a M r e ž n i c a. Tektonskim pokretima uvjetovani prodori trijaskog kamenja kroz mlađe naslage u kraškoj dolini Zagorske Mrežnice omogućili su pojavu tipičnih i jakih kraških vrela sa obiljem vode. Glavno kraško vrelo Mrežnice izbija u sredini Zagorske doline s karakteristikama uzlaznog pukotinskog vrela bogatog vodom. Kod Sabljaka presijeca zonu trijaskih dolomita i ulazeći u jursku ogulinsko-oštarijsku kršku ravan mijenja tok prema istoku do Oštarija, gdje za manjih vodostaja gubi svu vodu u ponorima. Kod normalnih vodostaja ima vode do Luga, a kod velikih do Krpeljače. Pored glavnog vrela izbijaju još i druga kraška vrela kao na pr. Bistrac, Stoševo i t. d., te neki potoci i jezera, koja, međutim, nemaju direktnu vezu sa Mrežnicom. Sva su vrela

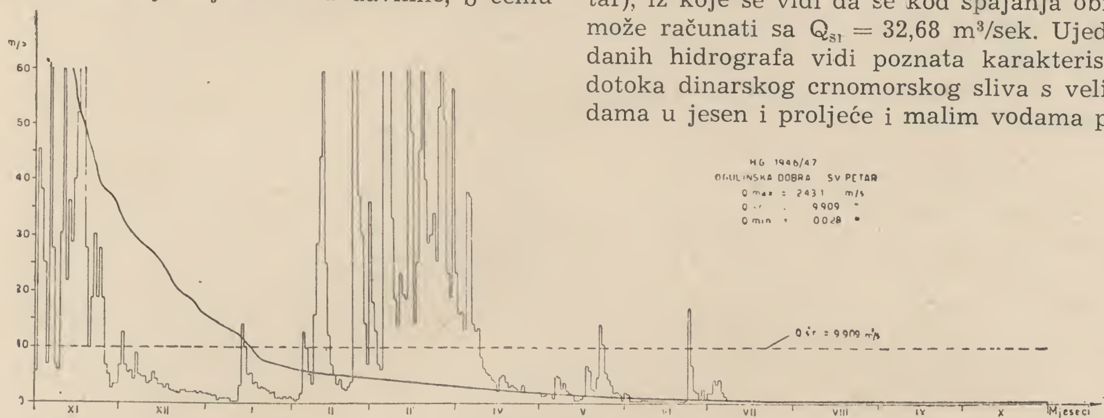
[1]) Podaci su uglavnom crpljeni iz radova ing. A. Stepinca za hidrologiju i prof. dr. J. Poljaka i Milana Heraka za geologiju.

Glavna je karakteristika Dobre, za razliku od Mrežnice, da zbog nepropusnog terena u njenom neposrednom slivu i zbog većeg pada ima bujičasti karakter, pa kod jakih oborina naglo nadolazi (poplava Ogulina god. 1924).

Pošto je nestala u Đulinom ponoru, čiji je kapacitet gutanja manji od maksimalnih voda Dobre, rijeka se probija ispod Krpela i izlazi oko 100 m niže kod Gojaka kao Gojačka Dobra. To je općenito vjerovanje mještana od davnine, o čemu rječito govori i samo ime rijeke, ali to vjerovanje nije moglo biti potvrđeno u punoj mjeri, iako su vršena ispitivanja bojenjem. Iako veza nesumnjivo postoji, ipak se zasada može držati da kretanje vode od Đule do Gojaka nije još potpuno jasno.

Slivno područje Dobre kod Bukovnika ocijenjeno je na 378 km² sa 1697 mm oborina i koeficijentom oticanja približno 0,67 za srednju hidrološku godinu 46/47. Vjerovatna 100-godišnja voda Dobre zasada je usvojena sa 320 m³/sek; međutim, mjerenja se vrše i dalje. Minimalna voda, uglavnome od Vitunja, procjenjuje se kod Bukovnika na 0,5 m³/sek, zbog opisanih ponora. Kapacitet ponora je znatan i može doseći 27 m³/sek. U srednjoj hidrološkoj godini 1946/47 (sl. 7) imamo za Dobru u profilu Sv. Petar $Q_{max} = 243,1$ m³/sek, $Q_{min} = 0,028$ m³/sek i $Q_{sr} = 9,91$ m³/sek.

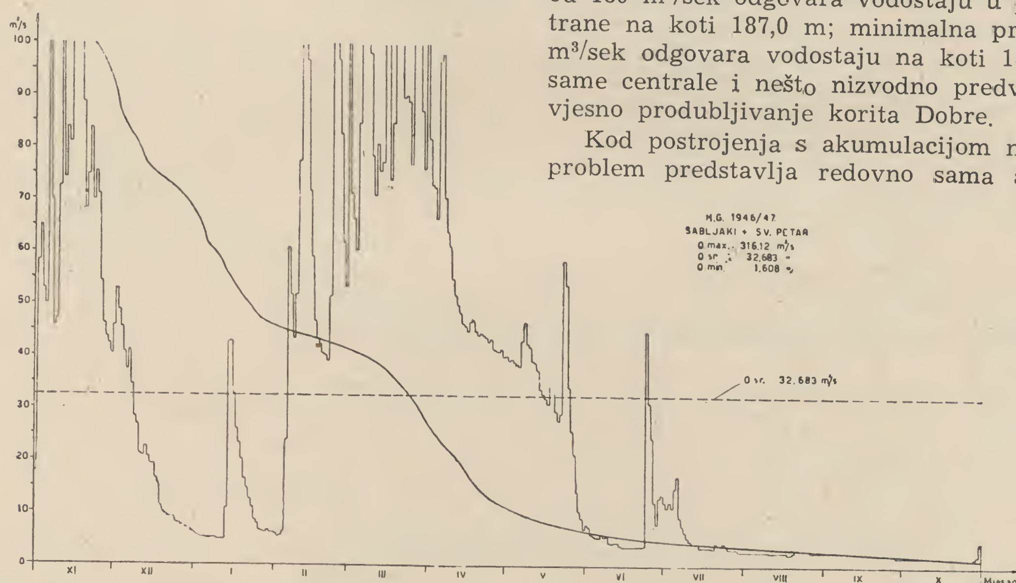
Na sl. 8. dana je teoretska sumarna krivulja Mrežnice i Dobre (profil Sabljaki + profil Sv. Petar), iz koje se vidi da se kod spajanja obih rijeka može računati sa $Q_{sr} = 32,68$ m³/sek. Ujedno se iz danih hidrografa vidi poznata karakteristika vodotoka dinarskog crnomorskog sliva s velikim vodama u jesen i proljeće i malim vodama poglavito u ljetu. Zimi su male vode nešto veće od ljetnih, jer zbog male apsolutne visine područja dolazi do ranijeg i češćeg otapanja snijega, što obogaćuje zimske protoke vodom.



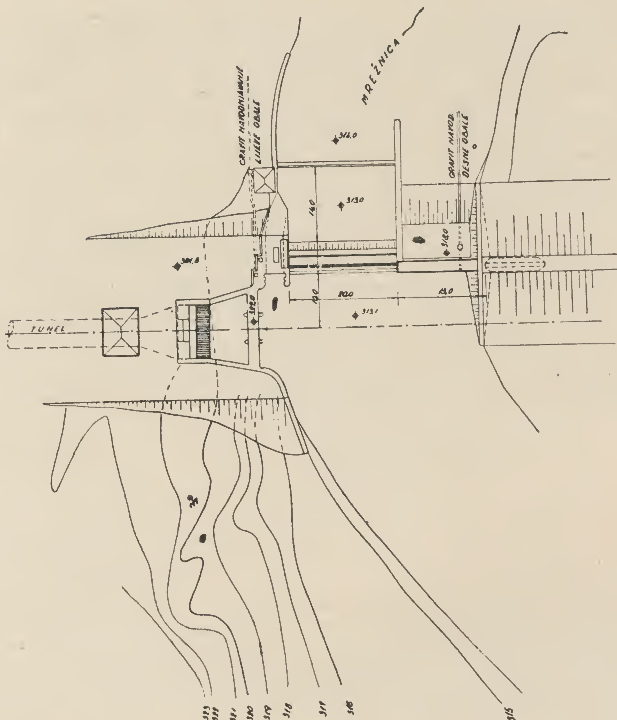
Sl. 7. Dijagram dnevnih vodnih količina i linija trajanja Ogulinske Dobre u profilu Sv. Petar za 1946/47 god.

Svi naprijed dani podaci o količinama važe za Ogulinsku Dobru. Gojačka Dobra, međutim, predstavlja donju vodu hidroelektrane, u koju ulaze odvodni kanali turbina, pa kroz to njeni vodostaji imaju važan značaj kod određivanja raspoloživog pada Mjerenja izvršena na Gojačkoj Dobri daju ove ekstremne vrijednosti: maksimalna protoka od 180 m³/sek odgovara vodostaju u profilu elektrane na koti 187,0 m; minimalna protoka od 16 m³/sek odgovara vodostaju na koti 185,5 m. Kod same centrale i nešto nizvodno predviđeno je izvjesno produbljivanje korita Dobre.

Kod postrojenja s akumulacijom najdelikatniji problem predstavlja redovno sama akumulacija.



Sl. 8. Dijagram ukupnih dnevnih vodnih količina i njihova linija trajanja za Zagorsku Mrežnicu i Ogulinsku Dobru zajedno. Suma diagrama sl. 8 i sl. 9)



Sl. 9. Tlocrt betonskog dijela brane Sabljaki s ulaznom građevinom

Spomenimo zbog toga još mišljenje geologa o tome pitanju. U izvodu citiramo mišljenje prof. dr. J. Poljaka o akumulaciji Sabljaki: »Relativno najpovoljniju geološku građu obzirom na mogućnost akumulacije pokazuje područje gornja Mrežnica od izvora do Otoka. Tu postoji smirena nadzemna hidrografija i nema vidljivih ponora osim lijeve obale na okuci između Sabljaka i Otoka. Prema tome uz izolaciju spomenutih ponora to područje s geološkog gledišta izgleda sposobno za akumulaciju vode. No kubatura čitavog basena bila bi relativno malena, jer uspor ne bi smio ići više od kote najglavnijih vrela toga područja, a to su Bistrac, Mrežnica i Stoševo«. Što se tiče akumulacije na Dobri, prof. dr. Poljak kaže: »I u koritu Dobre od Đavoljeg prelaza do Vučić mlina ne susrećemo vidljivih ponora, a primarni slojevi jurskih dolomita, koje tu nalazimo, ukazuju na to da je teren relativno kompaktan. I tu bi se prema tome moglo pomišljati na akumulaciju manjih razmjera. No prije toga trebalo bi hidrološkim mjerenjima ustanoviti, postoje li znatniji gubici u samom koritu«.

4. Opis objekata hidroelektrane

a) Brana i ulazni uređaj Sabljaki

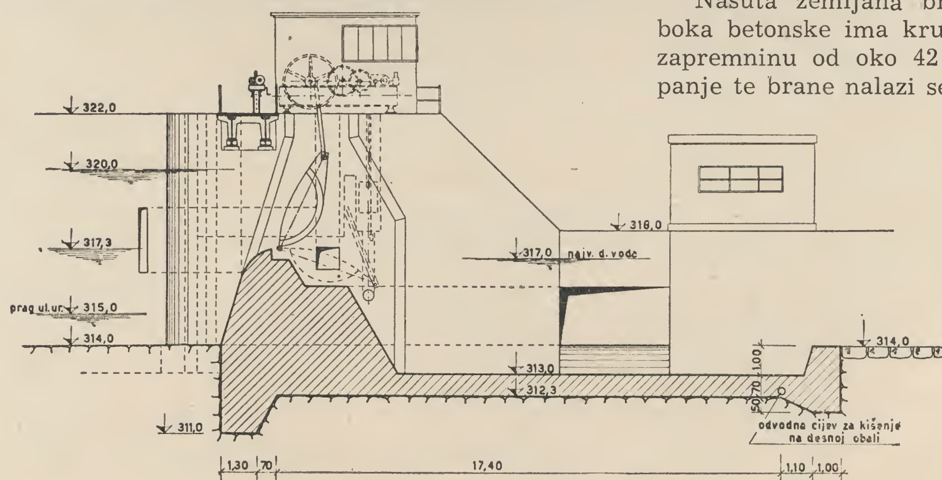
Mjesto za kombiniranu betonsku gravitacionu i nasutu zemljanu branu na Mrežnici izabrano je nešto uzvodno od mosta u selu Sabljaki, gdje je širina korita oko 35 m sa dubinom vode oko 3,0 m. Pošto je desna obala Mrežnice u tom profilu niska, pa se tek na daljini od nekih 325 m postepeno podiže na kotu 320,0, to je predviđeno da se u samom koritu rijeke na zdravoj stijeni fundira betonska gravitaciona brana, a na produženju njenog desnog boka nasuta zemljana brana (sl. 9). Tako kombinirana brana izgradit će se do visine koja je potrebna da se osigura maksimalni uspor vode do kote 320,0, s tim da se omogući prelijevanje katastrofalne vode od 150 m³/sek preko betonskog dijela brane. U tu svrhu postavit će se na kruni betonske brane regulaciona zapornica dužine 20,0 m a visine 2,70 m, s jednostranim pogonom smještenim na lijevoj obali i s automatskom hidrauličkom regulacijom (slika 10).

Za potpuno pražnjenje jezera i ispiranje nanosa predviđen je u lijevom obalnom stubu, a ispod mehanizma zapornice, temeljni ispust otvora 2×3 m sa pragom na koti 314,0 i kapacitetom od 25 m³/sek. Na ulazu se zatvara pločastim zatvaračem. Nizvodno od brane smješteno je slapište.

Na desnom boku betonske brane predviđa se krilni zid za usmjeravanje vode sa preljeva; taj zid uspostavlja vezu sa nasutim dijelom brane. Preko betonske brane vodi most za vezu lijevog obalnog stuba s krunom nasute brane.

Betonski dio brane fundiran je na zdravom dolomitu, koji leži dosta plitko ispod riječnog nanosa. Ukupna zapremnina betonskog dijela brane iznosi oko 3000 m³ betona.

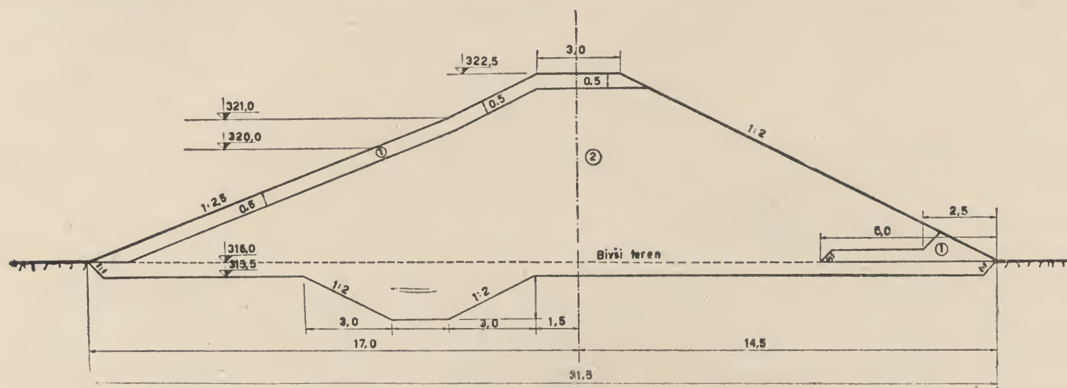
Nasuta zemljana brana u produženju desnog boka betonske ima krunu na koti 322,5 i ukupnu zapremninu od oko 42 500 m³. Materijal za nasipanje te brane nalazi se u neposrednoj blizini gra-



Sl. 10. Poprečni presjek betonskog dijela brane Sabljaki.

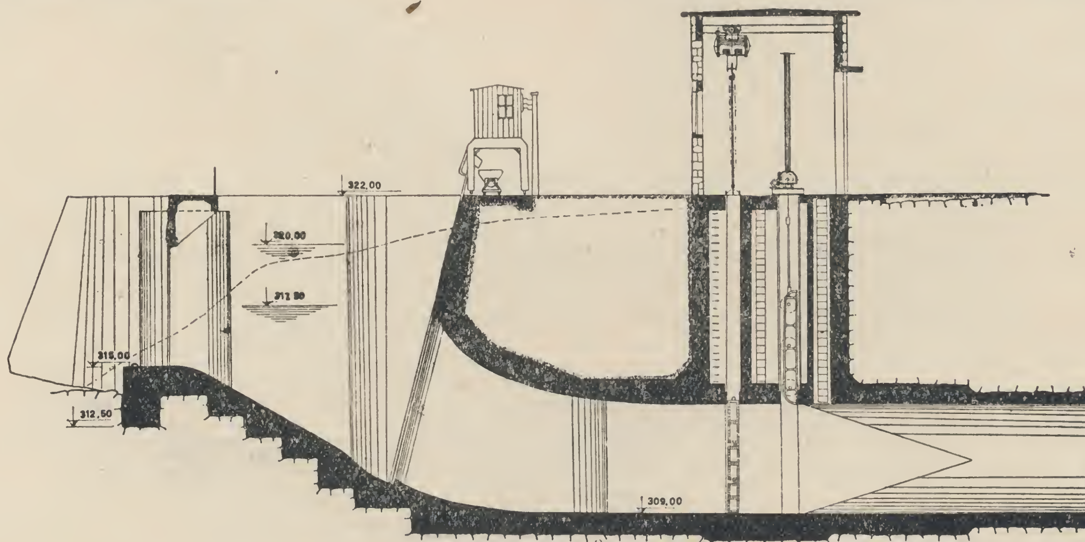
dilišta u dovoljnoj količini i na maloj dubini. Uzvodna padina nasipa bit će zaštićena kamenom oblogom 0,5 m debljine sa filtrom od šljunka (vidi sliku 11).

Ulazni uređaj Sabljaki dimenzioniran je za količinu vode od 50 m³/sek, a smješten je uz samu branu na lijevoj obali Zagorske Mrežnice tako reći u samom selu Sabljaki (slika 12). Kako se vidi na



Sl. 11. Poprečni presjek zemljanog dijela brane

sl. 9, ulazna građevina povezana je građevinski s obalnim stubom brane. Ulazno grlo široko je 15,6 m s pragom na koti 315 i zaštitnom grubom rešetkom u tri polja, dobivena s pomoću dva potporna stuba, preko kojih vodi poslužni most. U polja se mogu smjestiti zagatne grede do visine od 2,5 m, koliko je dovoljno da kroz temeljni ispust prolazi 25 m³/sek vode.



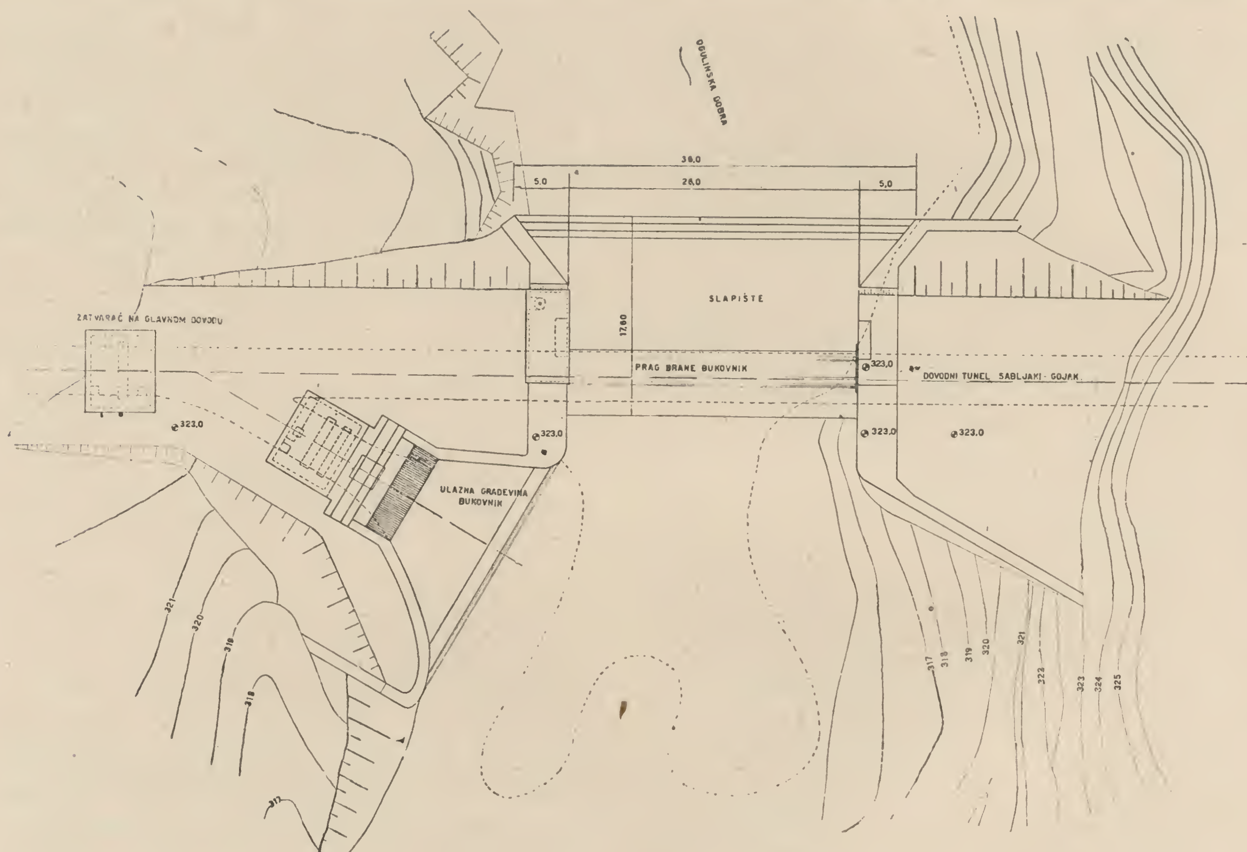
Sl. 12. Uzdužni presjek kroz ulaznu građevinu

Na mjestu gdje se ulazni lijevak sužava na tunelski profil, smještena je pod nagibom od 10⁰ fina rešetka, iznad koje se nalazi stroj za čišćenje rešetke. Na početku tunela nalazi se ulazni tablasti zatvarač 5×5,20 m s obostranim brtvljenjem, mehaničkim pogonom i električnom komandom. Ispred zatvarača nalaze se utori (vođica) za zagatne grede. Čitav pogonski uređaj smješten je u pogonskoj kućici, u kojoj se nalazi i dizalica za montažu zatvarača i spuštanje zagatnih greda.

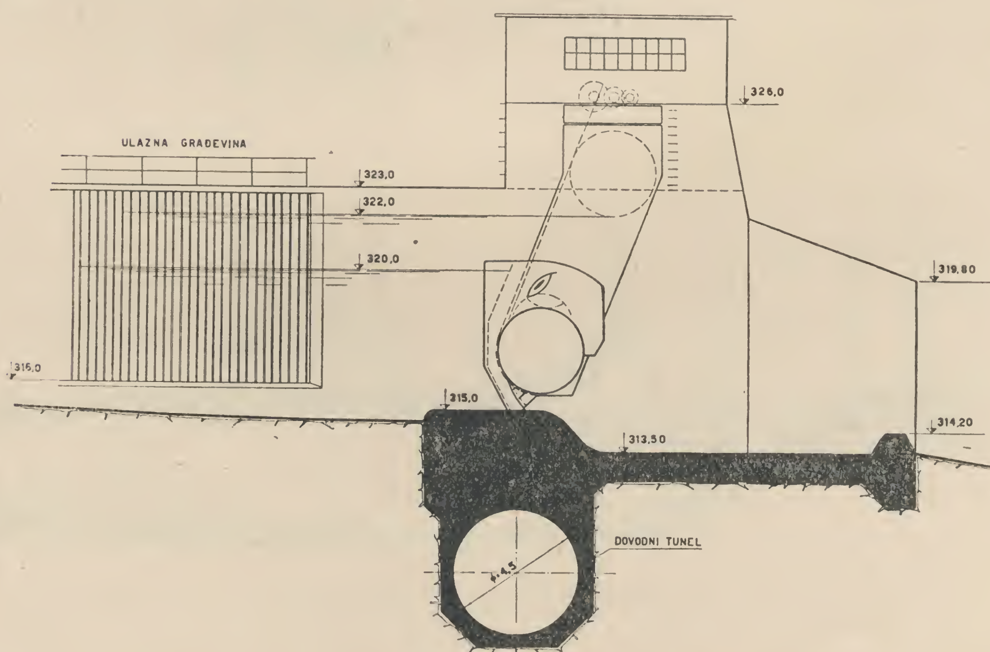
b) Brana i ulazni uređaj Bukovnik

Brana Bukovnik smještena je na prirodnom dolomitnom pragu kod Vučić mlina u koritu rijeke Ogulinske Dobre sa prelijevnim pragom na koti 315 i otvorom za prelijevanje vode širine 26,0 m, u kojem je smještena valjčasta zapornica s regulacionom zapornicom (alternativno predviđena segmentna zapornica) visine 5 m (slika 13). Kod uspora na koti 320,0 i s podignutom zapornicom može se preko praga prelijevati količina vode od 320 m³/sek.

Brana ima dva bočna zida širine 3,5 m, od kojih lijevi nosi pogonski mehanizam za zapornicu. Osovina brane Bukovnik nalazi se točno u osovini dovodnog tunela, koji dolazi od jezera Sabljaki i prolazi ispod temelja brane približno na koti 308. Kako se vidi iz sl. 14, tunel čini sa tijelom brane jednu cjelinu, te će se na tom potezu izvesti kao armirana betonska cijev ubetonirana u temelje brane. Temeljenje brane na ovome mjestu jedno-



Sl. 13. Tlocrt brane Bukovnik i ulazne građevine Bukovnik



Sl. 14. Poprečni presjek kroz branu Bukovnik

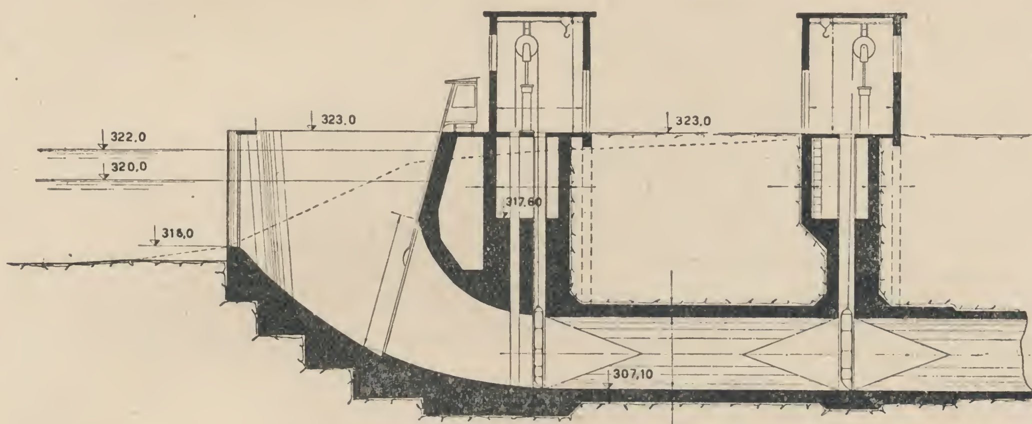
stavno je, pošto se zdrava dolomitna stijena nalazi na samoj površini.

Ulazna građevina Bukovnik (sl. 15) smještena je na lijevoj obali neposredno uz samu branu s kapacitetom od 50 m³/sek. Iz nje vodi jedan spojni tunel ⌀ 4,5 m, dužine oko 32 m, do glavnog dovodnog tunela pod kutem u tlocrtu od približno 30⁰, te je na taj način osiguran zajednički rad obaju jezera kao

spojenih posuda. Prag ulazne građevine je na koti 316, a po tipu je ista kao već opisana na jezeru Sabljaki.

Iza sastava sa dovodnim tunelom nalazi se pored glavnog ulaza zatvarača još jedan rezervni zatvarač istog tipa kao na ulazu Sabljaki i Bukovnik, koji služi za zatvaranje glavnog dovodnog tunela u slučaju, kad se žele vode Dobre prebacivati u jezero Sabljaki radi akumuliranja. Taj će slučaj nastupiti, kada je akumulacija Sabljaki prazna, a u Dobri je dotoka izdašna, dok se prema procjeni dispečera može prekinuti rad centrale.

S obzirom na geološki nalaz trasa se može podijeliti u tri dijela: prvi dužine oko 3,5 km od Sabljaka do Sv. Petra nalazi se u dolomitu, drugi dužine oko 2 km u području Sv. Petra leži u prelaznoj zoni od dolomita na vapnenac i treći u dužini od 4 km od Drenovca do Gojaka u vapnencu. U vapnencu ovog područja rado se javljaju podzemne kraške pećine, pa se može očekivati na trećem dijelu susret s kavernama. Na prvom dijelu u dolomitu i na drugom u prelaznoj zoni ima dionica s malim nadslojem, pa se očekuje pojava površin-



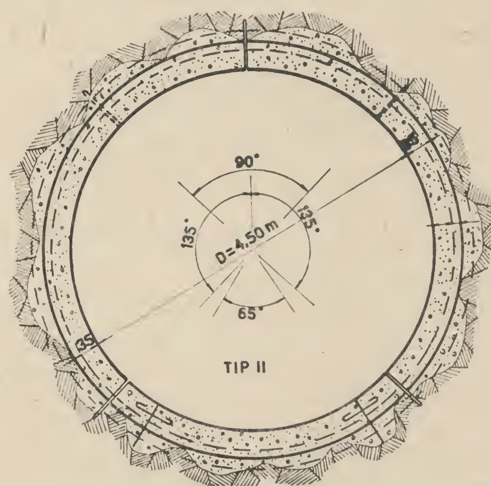
Sl. 15. Uzdužni presjek kroz ulaznu građevinu Bukovnik s pomoćnim zatvaračem na glavnom dovodu

ske vode za vrijeme iskopa tunela. Vjerovatno će drugi dio od Bukovnika do Sv. Petra biti najteži zbog slabije povezanog zdrobljenog materijala, pa se očekuje rad s težom podgradom. Tunelska obloga na tim partijama bit će izvedena od armiranog betona i uložena na zaštitnu oblogu od prefabriciranih kvadera.

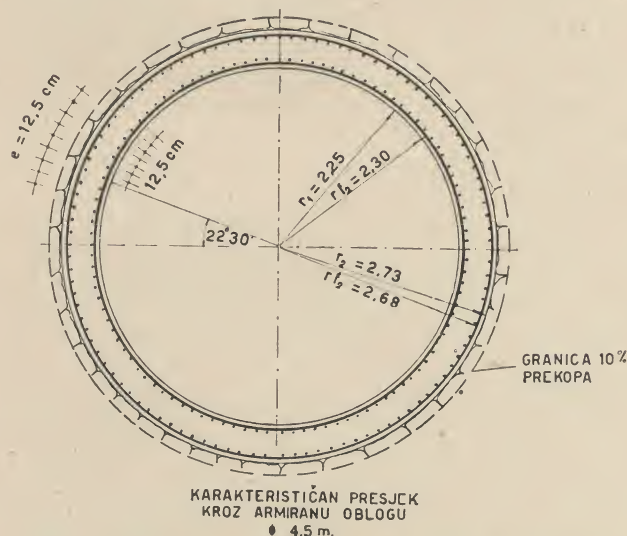
Dosada izvršena prethodna istražna bušenja pokazala su, da tunel svuda leži u zdravoj stijeni, koja se javlja već na dubini od 4—6 m.

c) Dovodni tunel Sabljaki — Gojak

Od ulaznog uređaja Sabljaki do vodostana kod Gojaka proteže se trasa dovodnog tunela Ø 4,5 m dužine 9376 m u padu od 1‰ na potezu Sabljaki —Bukovnik, a 2‰ na potezu Bukovnik—vodna komora. U nastavku od vodne komore do zasunske komore proteže se 155 m dugački tlačni dio tunela Ø 4 m u padu od 30‰. Prema tome je ukupna dužina tunela do zasunske komore 9531 m. Zajedno sa 500 m podzemnog tlačnog cijevnog voda tunel ima ukupnu dužinu preko 10 km, pa je jedan od najdužih tunela u Jugoslaviji.



Sl. 16. Jedan od tipova tunelske obloge od betona



Sl. 17. Jedan od tipova tunelske obloge od armiranog betona

Unutrašnji pritisak u tunelu (vidi sl. 5) kreće se od 1—3,6 kg/cm². Na dijelu od vodne komore do zasunske komore, koji je izložen vodnom udaru pri zatvaranju turbina, uvećan je hidrostatički pritisak za 10%, tako da kod zasunske komore treba računati s unutrašnjim pogonskim pritiskom od 4 kg/cm². U načelu je na cijeloj dužini dovodnog tunela predviđena nearmirana betonska obloga (vidi sl. 16). Na prolazu kroz špilje i kroz slabiji nevezani materijal kao i na potezu od vodne do zasunske komore, gdje je mali nadsloj, predviđa se armirana betonska obloga (slika 17). Prema veličini unutrašnjeg pritiska tunel je podijeljen na 4 dionice, s tim da u svakoj dionici mogu nastupiti materijali raznih modula elastičnosti (E_s). Zbog toga su predviđena 4 tipa nearmirane betonske obloge i 4 tipa armirane obloge. Nearmirana obloga ima debljine od 25 do 50 cm, a armirana od 40 do 48 cm, s armaturom koja ima po dužnom metru tunela težinu između 159 i 876 kg. Kod nearmirane obloge uzeta je u obzir saradnja stijene. Ta saradnja nije međutim uzeta u obzir kod armirane obloge, pošto će se ova primjenjivati tamo gdje teren ne može da primi na sebe opterećenje.

Za svaki od predviđenih 8 tipova tunelske obloge točno je definirano pod kojim se uslovima može primijeniti (unutrašnji pritisak, modul elastičnosti stijene, itd), pa će se u toku radova i napredovanja iskopa, a nakon ocjene tih uslova, odrediti odgovarajući tip obloge za pojedinu dionicu. Određivanje modula elastičnosti stijene izvršit će se predviđenim mjerenjima deformacije stijene na licu mjesta.

Podužne reške (fuge) između dna i oporaca, koje su neizbježne, a predstavljaju najslabija mjesta u betonskoj oblozi tunela, bit će »prošivene« posebnom armaturom kod nearmirane obloge. Tunelska obloga će se injektirati cementnim veznim injekcijama po cijeloj dužini tunela.

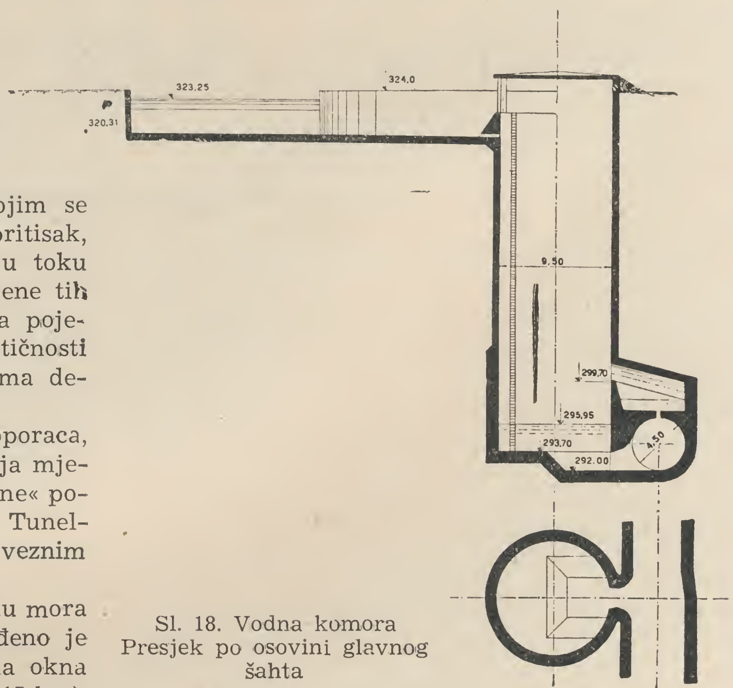
Što se tiče izvođenja tunela, koji po planu mora biti završen do kraja 1956 godine, predviđeno je 5 napadnih okana sa 10 radilišta. Napadna okna su: Gavani (stac. 1,04 km), Bukovnik (stac. 2,15 km), Sv. Petar (stac. 3,75 km), Drenovac (stac. 5,7 km) i Gojak (stac. 9,38 km). Radovi su već u toku na oknu Drenovac, a neposredno predstoje na oknu Sv. Petar.

Pošto je rok za izradu tunela relativno kratak (3 godine za 10 km tunela), to je postavljen zahtjev da se radovi izvode modernom tunelskom mehanizacijom, koja je već naručena. Radove izvodi građevinsko poduzeće Hidroelektra iz Zagreba.

d) Vodna komora

Sve mogućnosti koje pruža teren iskorištene su, da se vodna komora situira što bliže strojarnici i time skrati čelični tlačni cijevni vod na najmanju mjeru. Izabrano mjesto ima i tu prednost, da se u blizini nalaze vrtače, u koje se slijeva voda koja kod naglog zatvaranja turbina prijeđe preko preljeva gornje komore.

Vodna komora je šahtnog tipa sa gornjom komorom, preljevom i prigušivačem. Promjer vertikalnog šahta je 9,50 m, a visina mu je ukupno 33 m. Pri dnu vodostana dovodni tunel tangira po periferiji glavni šaht, što odstupa od uobičajenih rješenja. Isto tako je neuobičajen smještaj prigušivača, koji je u obliku horizontalne cijevi položen između glavnog šahta i dovodnog tunela. Iznad tunela i u spoju s tunelom i sa glavnim šahtom nalazi se jedna komorica za vodu, koja ima zadatak da spriječi ulaženje zraka u dovodni tunel, kada se voda u glavnom šahtu spusti do svojeg najnižeg nivoa (vidi sl. 18). Dimenzije vodne komore određene su tako, da zadovolje uslov stabiliteta (brzo amortiziranje oscilacija) i amplitudu oscilacija u određenim granicama za dva ekstremna slučaja: naglo zatvaranje turbina od 100% opterećenja na 0 i kod naglog otvaranja treće turbine kada rade dvije, tj. od 67% na 100%.

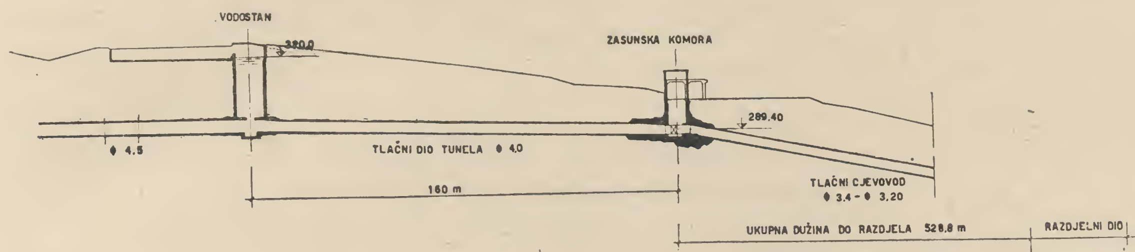


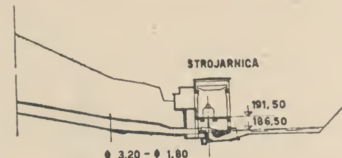
Sl. 18. Vodna komora
Presjek po osovini glavnog šahta

e) Zasunska komora i tlačni cijevni vod

Od vodne komore nastavlja se dovodni tunel u obliku armiranog betonskog tlačnog dovoda ⌀4,0 m, dužine 155 m, na čijem se kraju nalazi brzi leptirasti zatvarač, koji se sa svojim pogonom i montažnom dizalicom nalazi u specijalnoj građevini nazvanoj zasunska komora.

Od zasunske komore do strojarnice Gojak vodi tlačni cijevni vod ukupne dužine oko 500 m, izrađen od čeličnih cijevi ukopanih i ubetoniranih u stijeni. Na svom donjem dijelu tlačni cijevni vod račva se u 3 ogranka (razvodni dio), koji se preko predturbinskih leptirastih zatvarača priključuju na turbine. Promjer čelične tlačne cijevi na izlasku iz zasunske komore iznosi 3,40 m, a prije priključka na turbine 1,80 m. Tlačni cijevni vod u





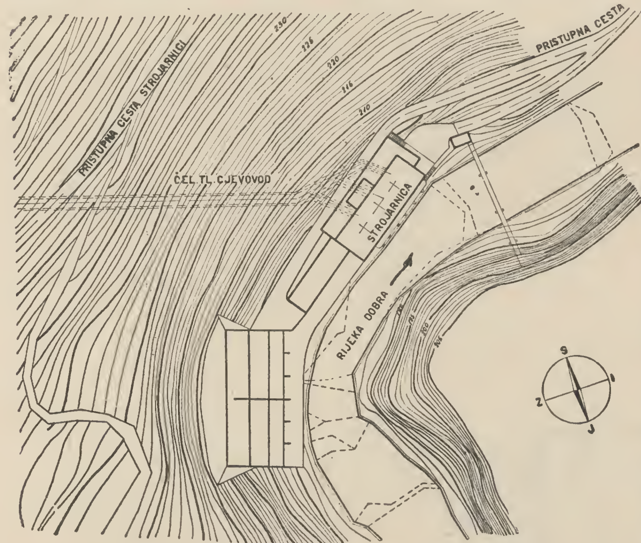
Sl. 19. Uzdužni profil po osi tlačnog cijevnog voda

ukupnoj težini od 1000 tona računat je za puni unutrašnji pritisak vode bez saradnje stijene. Još je u studiji varijanta tlačnog cijevnog voda od prednapregnutog betona, od čije eventualne primjene se očekuju znatne uštede.

f) Strojarnica i rasklopni uređaj

Na lijevoj obali Gojačke Dobre, oko 250 m nizvodno od njenog vrela, smještena je zgrada (strojarnica) hidroelektrane, prislonjena uz samu stijenu, koja se na tom mjestu strmo ruši u kanjon Dobre. Strojarnica se nalazi u vrlo živopisnom prejelu, punom prirodnih ljepota, a vezana je posebno izgrađenim putem za glavnu cestu Ogulin—Bosiljevo. U neposrednoj blizini mjesta, gdje se pristupni put strojarnice uključuje u glavnu cestu, smještena je stambena kolonija pogonskog osoblja s kućama okrenutima prema jugu, iz kojih će biti lijep vidik na ljepote kraja.

Karakter strmih obala Gojačke Dobre na mjestu određenom za strojarnicu uslovio je razvučeni i amfiteatralni smještaj objekata: zgrade strojarnice, rasklopnog postrojenja 110 kV i 30 kV (vidi sl. 20).



Sl. 20 .Tlocrt strojarnice Goljak.

U zgradi strojarnice, koja ima 3 kata, smještene su 3 vertikalne Francis turbine na razmaku osovina od 9,50 m, s osovinom spirale na koti 185,5, 3 trofazna generatora, predturbinski zatvarači, kućni agregat, kućni transformator, komandni prostor sa centralnom komandom, niskonaposki uređaji, montažna dizalica, pomoćna postrojenja, skladišta, radionice, itd.

Na jugozapadnu fasadu strojarnice naslanja se rasklopni uređaj 110 kV i 30 kV, koji je stepenasto postavljen zbog što boljeg prilagođavanja terenu. U sklopu tog uređaja smješteni su u niše na slobodnom 3 trofazna transformatora u bloku sa generatorima i 2 mrežna transformatora pored drugih pomoćnih električnih postrojenja.

Čitava izvedba objekata strojarnice i rasklopnog uređaja predviđena je u armiranom betonu uz posebnu arhitektonsku obradu.

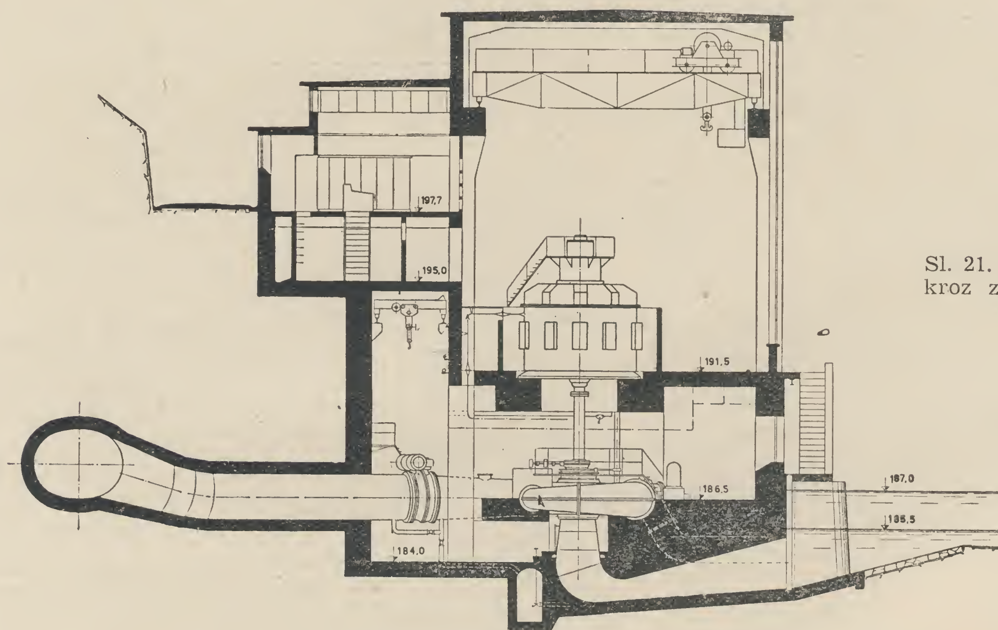
5. Utjecaj izgradnje elektrane na privredu

Izgradnjom akumulacije na Zagorskoj Mrežnici i Ogulinskoj Dobri, tj. potapanjem zemljišta u tom području, izazivaju se izvjesne promjene u životu i privredi toga kraja. Bacit ćemo letimičan pogled na te promjene, da dobijemo sliku o obimu šteta koje nastaju i mjerama koje se poduzimaju, da se te štete naknade. Uglavnom je zainteresirana poljoprivreda, ribogojstvo i opskrba pitkom vodom.

Poljoprivreda. Uticaj akumulacije Sabljaki na poljoprivredu prostudirali su poljoprivredni i hidrotehnički stručnjaci, čiji je zadatak bio da ujedno predlože mjere za naknadu izazvanih gubitaka. Iz studija ing. Blaškovića i ing. Diklića crpimo najvažnije zaključke:

Akumulacija Sabljaki potapa oko 150 ha obradivog zemljišta (90 ha livada, 60 ha oranica), što se namjerava kompenzirati intenzivnijom obradom uz primjenu natapanja i modernih agrotehničkih mjera na području od 340 ha nizvodno od akumulacije Sabljaki s obje strane Zagorske Mrežnice. Ako se uzme u obzir da se ratarska proizvodnja povećava za 40—50% intezivnijim natapanjem u vegetacionom periodu, onda se već samim tim pokriva gubitak potopljenih površina. Ali uz to je potrebno poduzeti odgovarajuće agrotehničke mjere, bez kojih bi povećanje proizvodnje putem samog natapanja trajalo svega par godina.

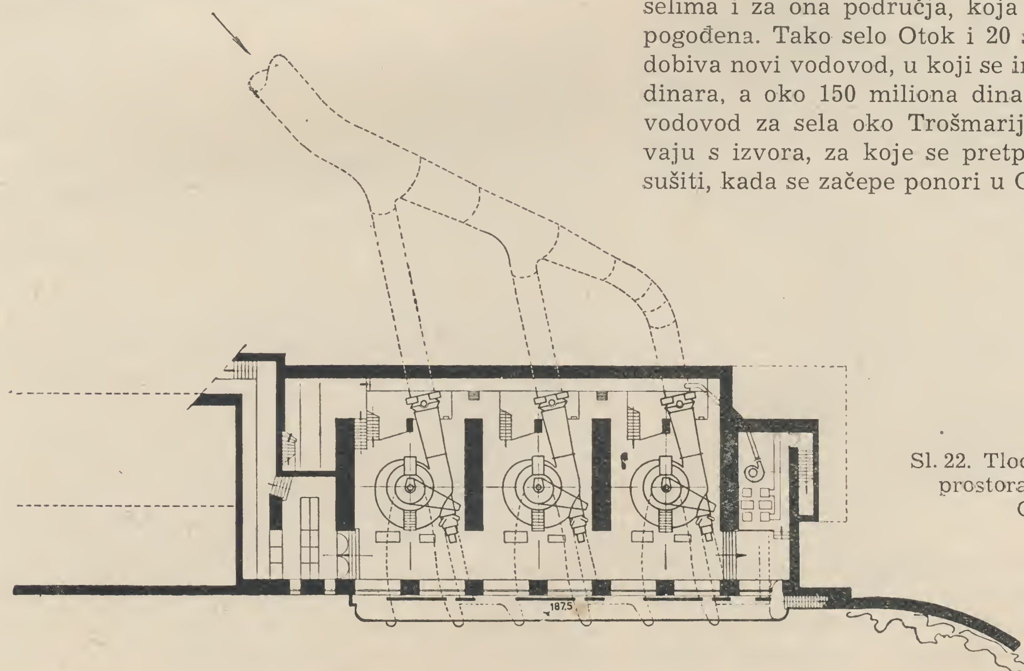
Međutim, da bi se natapanje na rečenom području moglo provesti, potrebne su izvjesne investicije u natapne uređaje, koji se predviđaju kišenjem za više položene površine a gravitacijom za niže ležeće. U sadašnjoj fazi studija nije još uspjelo dokazati pun rentabilitet investicija na bazi upoređenja sa godišnjim povećanjem doprinosa sa tih površina.



Sl. 21. Poprečni presjek kroz zgradu strojarnice Gojak

Ribogojstvo. Podizanjem brane Sabljaki na Zagorskoj Mrežnici ova gubi značaj kao voda za sportsko ribarenje, jer je opstanak pastrve u jezeru problematičan zbog pličine i nedostatka tekuće vode s jačom mješavinom kisika. Ostaje da se ispita mogućnost razvoja posebne jezerske vrste pastrve kao u jezeru Plive kod Jajca. Donji dio Zagorske Mrežnice nizvodno od brane presušit će kod malih voda, pa će s nestankom vode nestati i riba. Moglo bi se pomoći održavanju ribe ispuštanjem izvjesne manje količine vode kroz branu u donji tok. Zasada nisu predviđeni nikakovi specijalni uređaji (riblje staze) za prelaz ribe preko brane. Međutim, pitanje je još u studiji, i u saradnji s ihtiolozima naći će se rješenje koje će za ribogojstvo biti najpravilnije.

Opskrba vodom. Zbog prikraćivanja izvjesnih područja u okolini Zagorske Mrežnice i Ogulinske odnosno Gojačke Dobre tekućom i pitkom vodom predviđena je izgradnja vodovoda u onim selima i za ona područja, koja su tom izgradnjom pogođena. Tako selo Otok i 20 sela općine Oštarije dobiva novi vodovod, u koji se investira 250 miliona dinara, a oko 150 miliona dinara bit će uloženo u vodovod za sela oko Trošmarije, koja se snabdjevaju s izvora, za koje se pretpostavlja da će presušiti, kada se začepe ponori u Ogulinskoj Dobri.



Sl. 22. Tlocrt turbinskog prostora strojarnice Gojak

PRODIRANJE ZRAKA U VODU KOJA STRUJI

Dr. ing. **Ante Franković**, Zagreb

Kod rješavanja mnogih zadataka u hidrotehničkoj praksi potrebno je ne samo znati kako duboko prodire zrak u vodu, koja struji stanovitom brzinom, već i koliko smanjuje prosječnu brzinu njeno miješanje sa zrakom, jer takvo miješanje smanjuje njen štetan učinak na građevinu, kroz koju ona protječe. Rezultati, koje su dobili različiti autori vršenjem pokusa, mogu zadovoljiti samo kad su uvjeti strujanja jednaki ili bar slični onima, kod kojih je vršen pokus.

Da bi se pak došlo do rješenja, koje može zadovoljiti sve potrebe prakse, pokušalo se riješiti taj zadatak teoretskim putem* (2, 467—476). U tu svrhu izvedene su jednadžbe uz pretpostavku, da mješavina zraka i vode povećava prodiranje zraka u vodu, koja struji, u omjeru njihove kinematske viskoznosti, t. j. u omjeru $\xi = \frac{\nu_z}{\nu_v}$, gdje ν_z označuje kinematsku viskoznost zraka, a ν_v kinematsku viskoznost vode.

Kod te pretpostavke barometarskog stanja 730 mm i srednje vlažnosti zraka autor je došao do zaključka, da dubina z, do koje prodire zrak u vodu iznosi:

(1) $z = \frac{\xi\, v_0^2}{16775}$ m,

gdje v_0 označuje brzinu vode, odnosno mješavine zraka i vode.

Stoga je, kod temperature zraka i vode:

	$T =$	0	10	11,3	15	30	30°C:
(2)	$\xi =$	7,47	10,93	11,20	12,89	15,13	19,98
(3)	$s = \frac{16775}{\xi} =$	2245	1535	1500	1300	1110	840

m sek²,

(4) $z = \frac{v_0^2}{s} = \frac{v_0^2}{2245}\ \frac{v_0^2}{1535}\ \frac{v_0^2}{1500}\ \frac{v_0^2}{1300}\ \frac{v_0^2}{1110}\ \frac{v_0^2}{840}$ m.

Udio pak vode (p) u mješavini zraka i vode u koritu pravokutna presjeka dubine t iznosi:

(5) $p = \frac{t}{t + z}$,

gdje t označuje zamišljenu dubinu vode, koju bi ona imala kod brzine v_0, t. j. kad se ona ne bi izmiješala sa zrakom.

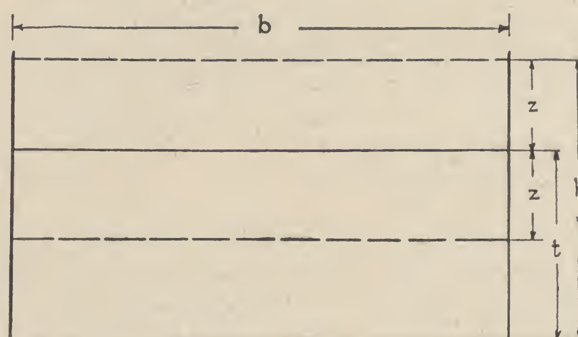
Stvarna dubina vode i mješavine zraka i vode iznosi.

(6) $h = t + z$,

a zamišljena brzina v mješavine zraka i vode, koja je mjerodavna kod računanja učinka energije vode na plohu, koja je okomita na smjer strujanja mješavine:

(7) $v = p\, v_0$.

Na temelju rezultata, koji su dobiveni vršenjem pokusa kod različitoga pada u koritu širine b =



Sl. 1

2,43 m, dubine $t = 0{,}12$ do $0{,}72$ m, dao je Hall jednadžbe za proračun zraka $(1 - p)$ i vode (p) u mješavini zraka i vode, koje glase (3, 1136):

(8) $$\frac{1 - p'}{p'} = 0{,}00535 \frac{v_0^2}{g\,R}, \text{ odnosno:}$$

(9) $$\frac{1 - p''}{p''} = 0{,}0069 \left(\frac{v_0^2}{g\,R} - 40\right),$$

gdje R označuje hidraulički radius, a $\frac{v_0^2}{g\,R}$ Froude-ov broj.

Uvrstimo li vrijednost z iz jednadžbe (3) u jednadžbu (4), odnosno (5), dobivamo:

(10) $$\frac{1 - p}{p} = \frac{v_0^2}{t\,s},$$

(11) $$p = \frac{t\,s}{t\,s + v_0^2} = \frac{1}{1 + \frac{v_0^2}{t\,s}},$$

(12) $$v = \frac{t\,s\,v_0}{t\,s + v_0^2} = \frac{v_0}{1 + \frac{v_0^2}{t\,s}} \text{ i}$$

(13) $$h = \frac{t}{p} = t\left(1 + \frac{v_0^2}{t\,s}\right).$$

Ukoliko bismo htjeli izraziti zavisnost udjela zraka u vodi o Froude-ovu broju, kako je to učinio Hall, dobivamo:

(14) $$\frac{1 - p}{p} = \frac{g\,R}{t\,s} \cdot \frac{v_0^2}{g\,R}.$$

Kod korita je pak pravokutna prijesjeka:

$R = \frac{b\,t}{b + 2\,t}$, $t = \frac{R\,b}{b - 2\,R}$, pa jednadžba (14) glasi:

(15) $$\frac{1 - p}{p} = \frac{g}{s}\left(1 - \frac{2\,R}{b}\right)\frac{v_0^2}{g\,R}.$$

Omjer brzine vode i mješavine zraka i vode iznosi:

(16) $$\frac{v_0 - v}{v_0} = 1 - p = \frac{v_0^2}{t\,s}\, p.$$

Iz jednadžbe (15) vidimo, da — kod stanovite temperature i barometarskog stanja — omjer udjela zraka $(1 - p)$ i vode (p) linearno raste s Froude-ovim brojem i da je on to veći, što je veća širina korita i što je manji njegov hidraulički radius.

* Prvi broj označuje djelo, koje je navedeno pod dotičnim brojem na kraju ove rasprave, a drugi stranicu tog djela.

Iako veličina s zavisi o temperaturi zraka i vode, o barometarskom stanju, a vjerojatno i o gubitku energije na prevaljenu putu, jer se, poradi tog gubitka, povećava temperatura vode, a smanjuje poradi njenoga ishlapljivanja — kod rješavanja većega broja praktičkih zadataka — možemo s dovoljnom točnosti uzeti, da je:

(17) $$s = 1300 \text{ m sek}^2$$

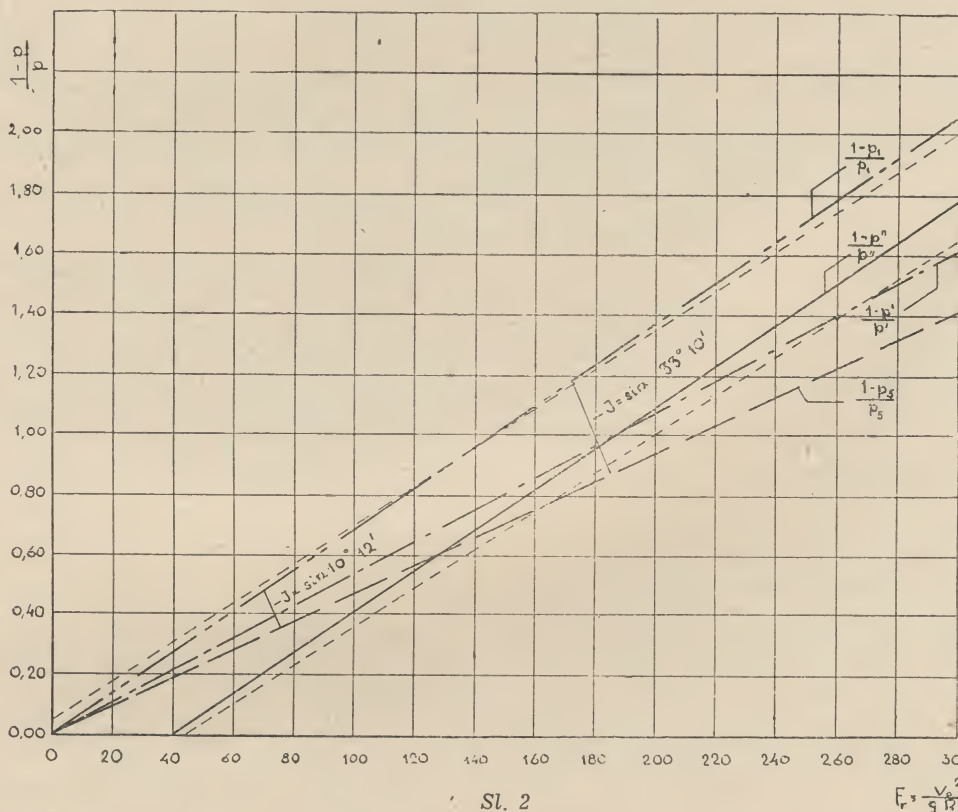
Kod pretpostavke, da je $s = 1300$ m sek², jednadžba (15) glasi:

(18) $$\frac{1-p}{p} = 0{,}007546 \left(1 - \frac{2\,R}{b}\right) \frac{v_0^2}{g\,R} \ldots$$

Rezultati, koje je dobio Hall za strmo korito širene $b = 2{,}43$ m, $t = 0{,}12$ do $0{,}72$ m, kod pada $J_1 = \sin 0^0\,04'$, $J_2 = \sin 10^0\,12'$ i $J_3 = \sin 33^0\,10'$ kao i rezultati, koje dobivamo računanjem prema jednadžbi (18) za različite Froude-ove brojeve, navedeni su u tablici 1 i grafički prikazani na slici 2.

	kod t =	0,12	0,24	0,48	0,60	0,72 m
	R =	0,1092	0,2004	0,3441	0,4017	0,4521 m;
za J_1	v_0 =	1,165	1,598	2,117	2,294	2,461 m/se
	v_0 =	1,2	1,3	1,32	1,33	1,36,
za J_2	v_0 =	8,70	11,93	15,80	17,11	18,21 m/sek
	Fr =	70,6	72,4	73,9	74,3	74,6
za J_3	Fr =	13,61	18,66	24,72	26,78	28,48 m/sek
	Fr =	172,0	177,0	181,0	182,0	182,9.

Iz toga vidimo, da omjer zraka $(1 - p)$ i vode (p) u mješavini zavisi i o padu korita i da je razlika tih omjera za različite zamišljene dubine (t) to veća, što je pad (J) veći. Osim toga vidimo i to, da pokusi, koje je izvršio Hall, ne mogu mnogo sizati iznad Fr = ~183 i prema tome, da se pomoću jednadžbe (18) dobiveni rezultati neznatno razlikuju od onih, koje je dobio Hall vršenjem pokusa do Fr = 183. Stoga je u grafikonu 1 označeno do kojega Froude-ovoga broja dobivamo stvarne rezultate za pojedine padove korita.



Sl. 2

Iz tog grafikona vidimo, da su rezultati, koje dobivamo računanjem prema jednadžbi (18), za manje dubine veći od onih za veće dubine i da njihova međusobna razlika raste s Froude-ovim brojem. Osim toga vidimo i to da rezultati, koje dobivamo pomoću jednadžbe (9), nijesu realni do Fr = 40.

Izračunamo li pak maksimalnu zamišljenu brzinu, koju bi dosegla voda u koritu kod pada $J_1 = \sin 0^0\,04'$, $J_2 = \sin 10^0\,12'$ i $J_3 = \sin 33^0\,10'$ pomoću jednadžbe, koju je dao Ehrenberger (4, 171), ili pomoću one, koju je dao autor (2, 470), dobivamo:

Rezultati pak, koje dobivamo primjenom jednadžbe, koju je dao Douma (1, 520) za računanje omjera brzine vode i mješavine zraka i vode $(1 - p = u)$ poradi njenoga miješanja sa zrakom $\left(u^2 = \frac{20\,v_0^2}{g\,R} - 100\right)$ i oni, koje dobivamo pomoću jednadžbe (16) za prije izračunati primjer, navedeni su u tablici 2 i grafički prikazani na slici 3.

Iz toga grafikona vidimo, da se međusobno neznatno razlikuju rezultati, koje dobivamo pomoću jednadžbe (16) i one, koju je dao Douma (1, 520), naročito ako uzmemo u obzir, da Douma do-

	$F_r = \frac{v_0^2}{gR}$ =	1	10	20	40	70	100	150	200	250	300	
	$\frac{1-p'}{p'}$ =	0,00535	0,00535	0,0070	0,2140	0,3745	0,5350	0,8025	1,070	1,3375	1,605	
	p' =	0,9946	0,9492	0,9033	0,8237	0,7276	0,6514	0,5547	0,4851	0,4277	0,3839	
	$\frac{1-p''}{p''}$ =	-0,2961	-0,207	-0,138	± 0,0	0,207	0,414	0,759	1,104	1,449	1,7904	
	p'' =	1,368	1,3184	1,261	1,000	0,8293	0,7072	0,5685	0,4752	0,4083	0,3579	
b = 2,43 m, g = 1300 m/sek²; t_1 = 0,12 m, R_1 = 0,10921 m, $\frac{1-p_1}{p_1} = 0{,}006867 \frac{v_0^2}{gR_1}$	$\frac{1-p_1}{p_1}$ =	0,0069	0,0687	0,1373	0,2747	0,4807	0,6867	1,030	1,3734	1,7168	2,0601	
	p_1 =	0,9931	0,9357	0,8792	0,7845	0,6753	0,5928	0,4926	0,4213	0,3681	0,3268	
	$\frac{p_1-p'}{p_1} \cdot 100$ =	-0,15	-1,44	-2,74	-4,99	-7,74	-9,88	-12,60	-14,67	-16,19	-20,53	%
	$\frac{p_1-p''}{p''} \cdot 100$ =	-27,4	-29,02	-30,2	-21,55	-18,50	-14,1	-13,3	-11,3	-9,8	-8,9	%
t_2 = 0,24 m, R_2 = 0,2004 m, $\frac{1-p_2}{p_2} = 0{,}006301 \frac{v_0^2}{gR_2}$	$\frac{1-p_2}{p_2}$ =	0,0063	0,063	0,126	0,252	0,4411	0,6301	0,9451	1,2602	1,5753	1,8903	
	p_2 =	0,9937	0,9407	0,8872	0,7995	0,6939	0,6134	0,5141	0,4424	0,3883	0,3459	
	$\frac{p_2-p'}{p_2} \cdot 100$ =	-0,09	-0,90	-1,81	-3,03	-4,85	-5,19	-7,89	-9,20	-10,14	-10,98	%
	$\frac{p_2-p''}{p_2} \cdot 100$ =	-27,3	-28,6	-29,6	-20,1	-16,3	-13,2	-9,6	-6,9	-4,9	-3,35	%
t_3 = 0,48 m, R_3 = 0,34407 m, $\frac{1-p_3}{p_3} = 0{,}005409 \frac{v_0^2}{gR_3}$	$\frac{1-p_3}{p_3}$ =	0,0054	0,0541	0,1082	0,2164	0,3786	0,5409	0,8114	1,0818	1,3523	1,6227	
	p_3 =	0,9946	0,9486	0,9023	0,8221	0,7254	0,6489	0,5520	0,4803	0,4238	0,3807	
	$\frac{p_3-p'}{p_3} \cdot 100$ =	0,0	-0,05	-0,11	-0,19	-0,30	-0,38	-0,49	-0,58	-0,91	-0,9	%
	$\frac{p_3-p''}{p_3} \cdot 100$ =	-27,3	-28,5	-28,4	-17,8	-12,5	-8,2	-2,9	-1,07	+3,55	+6,37	%
t_4 = 0,60 m, R_4 = 0,40165 m, $\frac{1-p_4}{p_4} = 0{,}00499 \frac{v_0^2}{gR_4}$	$\frac{1-p_4}{p_4}$ =	0,0050	0,0499	0,0998	0,1996	0,3493	0,4990	0,7485	0,9980	1,2475	1,4970	
	p_4 =	0,9950	0,9524	0,9092	0,8336	0,7411	0,6671	0,5715	0,5005	0,4449	0,4005	
	$\frac{p_4-p'}{p_4} \cdot 100$ =	+0,04	+0,33	+0,62	+1,19	+1,82	+2,35	+3,01	+3,47	+3,86	+4,14	%
	$\frac{p_4-p''}{p_4} \cdot 100$ =	-27,2	-27,7	-27,8	-16,64	-10,6	-5,6	+0,42	+5,32	+8,96	+11,9	%
t_5 = 0,72 m, R_5 = 0,45209 m, $\frac{1-p_5}{p_5} = 0{,}004738 \frac{v_0^2}{gR_5}$	$\frac{1-p_5}{p_5}$ =	0,0047	0,0474	0,0948	0,1895	0,3317	0,4738	0,7107	0,9476	1,1845	1,4214	
	p_5 =	0,9952	0,9547	0,9134	0,8407	0,7509	0,6785	0,5845	0,5134	0,4578	0,4125	
	$\frac{p_5-p'}{p_5} \cdot 100$ =	+0,06	+0,57	+1,10	+2,02	+3,10	+3,99	+5,89	+5,90	+6,57	+7,02	%
	$\frac{p_5-p''}{p_5} \cdot 100$ =	-27,2	-27,7	-27,6	-17,7	-9,4	-4,1	+2,8	+8,0	+11,8	+15,8	%

Tablica 1

zvoljava otstupanja ±10% od onog smanjenja brzine v_0, koje daje njegova jednadžba. Osim toga vidimo i to, da je smanjenje omjera tih brzina to veće, što je manji hidraulički radius (*R*), odnosno što je manja zamišljena dubinu (*t*).

Budući da su u tablici 1 navedene vrijednosti *p* za različite zamišljene dubine (*t*), možemo s pomoću jednadžbe (13) izračunati stvarnu dubinu (*h*) za svaku zamišljenu dubinu.

Kod uzetog je primjera za Fr = 200 i za:

t = 0,12 0,24 0,48 0,60 0,72 m;

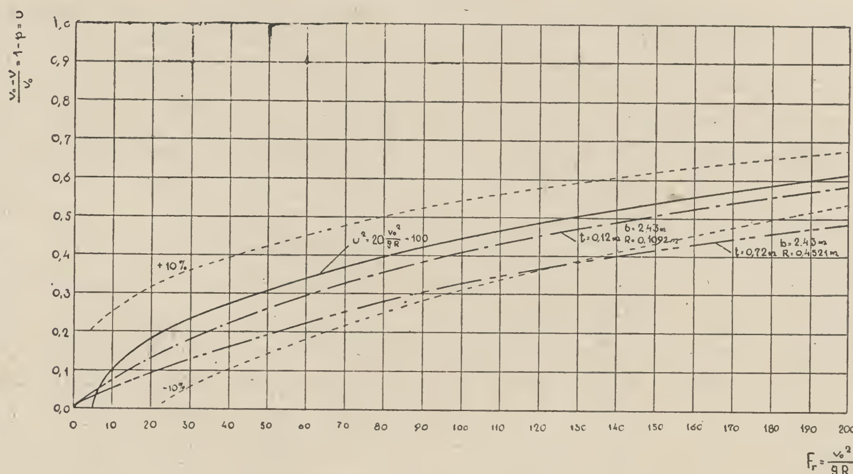
p = 0,4213 0,4424 0,4803 0,5005 0,5134,

$$h = \frac{t}{p} = 0{,}285 \quad 0{,}542 \quad 0{,}999 \quad 1{,}179 \quad 1{,}402 \text{ m.}$$

Vidimo dakle, da je — kod dimenzioniranja strmoga korita — dovoljno računati njegovu dubinu *h* za maksimalnu količinu vode, koju ima ono da vodi, jer je ona najveća, i da se udio vode u

$F_r = \frac{v_0^2}{gR}$ =	1	10	20	40	70	100	150	200	250	300
$\frac{v_0 - v'}{v_0}$ =	0,0054	0,0508	0,0967	0,1763	0,2724	0,3486	0,4453	0,5169	0,5723	0,6161
$\frac{v_0 - v''}{v_0}$ =	-0,3680	-0,3184	-0,2610	±0,0	0,1707	0,2928	0,4315	0,5248	0,5917	0,6421
$\frac{v_0 - v_1}{v_0}$ =	0,0069	0,0643	0,1208	0,2155	0,3247	0,4072	0,5074	0,5787	0,6319	0,6732
$\frac{v_0 - v_2}{v_0}$ =	0,0063	0,0593	0,1128	0,2005	0,3061	0,3866	0,4859	0,5576	0,6117	0,6541
$\frac{v_0 - v_3}{v_0}$ =	0,0054	0,0514	0,0977	0,1779	0,2746	0,3511	0,4480	0,5197	0,5762	0,6193
$\frac{v_0 - v_4}{v_0}$ =	0,0050	0,0476	0,0908	0,1664	0,2589	0,3329	0,4281	0,4995	0,5551	0,5995
$\frac{v_0 - v_5}{v_0}$ =	0,0048	0,0453	0,0866	0,1593	0,2491	0,3215	0,4155	0,4866	0,5422	0,5871

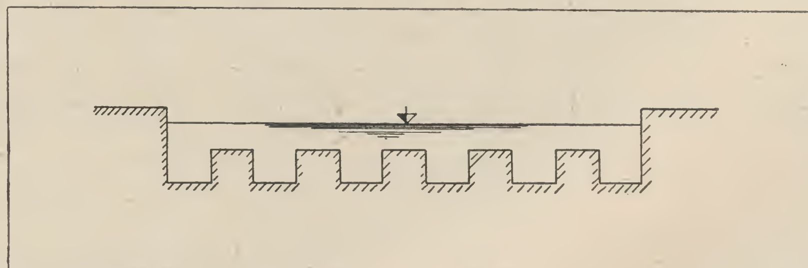
Tablica 2



Sl. 3

mješavini zraka i vode najlakše dobije računanjem s pomoću jednadžbe (11), omjer mješavine zraka i vode s pomoću jednadžbe (10), omjer brzine vode i brzine mješavine zraka i vode s pomoću jednadžbe (12), a dubina s pomoću jednadžbe (13).

Rezultati pokusa, koji su izvršeni u Hidrotehničkom laboratoriju u Ljubljani s krunom brane prema slici (4), potvrđuju ispravnost jednadžbe (15), odnosno (18), jer je kod takvog slučaja hidraulički radius manji i stoga rezultat, koji daje jednadžbu (15), veći, t. j. takav uređaj pojačava zračenje vode, koja se prelijeva.



Sl. 4

Kratki sadržaj

U ovoj je raspravi autor pokušao dati jednadžbe, s pomoću kojih — kod strujanja vode u strmu koritu — možemo izračunati: udio vode (p) i zraka ($1 - p$) u mješavini zraka i vode [jednadžba (10) i (11)], zamišljenu brzinu [jednadžba (12)] i dubinu takve mješavine [jednadžba (13)].

Ispravnost svojih izvoda potkrepljuje autor usporedbom rezultata, koje dobivamo računanjem s pomoću njegovih jednadžbi s rezultatima, koje su dobili Hall i Douma vršenjem pokusa s koritom, kojim je protjecala različita količina vode kod različita pada.

Literatura

1. Douma J. H. and Joe W. Johnson: Entrainment of air in flowing water. A symposium. Proceedings vol. 69, april 1943.
2. Franković A.: Head loss and air entrainment by flowing water in step chutes. Proceedings, Minnesota International Hydraulics Convention, september 1—4, 1953, Minneapolis.
3. Hall L.: Open channel flow at high velocities. Proceedings vol. 68, september 1942.
4. Schoklitsch A.: Der Wasserbau, II. Teil, Wien 1937.

AKSIJALNE SILE U ŠINAMA ŽELJEZNIČKOG KOLOSIJEKA

Ing. M. Sinković, Zagreb

I. Naprezanje šine uslijed vertikalnog opterećenja

Put, kojim je prošao željeznički gornji stroj kao građevina od svog početka do danas, u svemu je sličan putovima ostalih građevina, koje su se izvodile i koje su postojale prije nego je postojalo istraživanje elemenata njihovih konstrukcija na znanstvenoj podlozi. Građevni oblici i samo izvođenje građevina temeljilo se samo na mnogogodišnjim iskustvima. Isto je bilo i s kolosijekom. Željezničke pruge postojale su već desetljeća prije nego se pojavio prvi pokušaj određivanja utjecaja tereta na gornji stroj i određivanja naprezanja šina kao najvažnijeg dijela željezničkog gornjeg stroja.

Prvi pokušaj statičkog izračunavanja gornjeg stroja i određivanja neprezanja šina izveo je g. 1871 Winkler. Bilo je to u ono doba željeznica, kada su se još borili za prevlast razni sistemi gornjeg stroja. Onda je postojala borba između kolosijeka sa šinama na uzdužnim i kolosijeka sa šinama na poprečnim pragovima. S tog razloga Winkler se bavio istraživanjem i jednog i drugog načina. Kod kolosijeka na poprečnim pragovima on je zamišljao šinu kao kontinuirani nosač na bezbroj pragova, koji su jednako udaljeni jedan od drugoga i koji se nalaze na jednakoj, nepromijenjenoj visini, t. j. podloga pragova nije elastična. Uzeo je u obzir samo utjecaj vertikalnog opterećenja prelaznim teretom. Kod kolosijeka na uzdužnim pragovima morao je šinu smatrati kao nosač beskonačne dužine na elastičnoj podlozi, na koji djeluju jednakomjerno razmješteni vertikalni tereti. U tom je slučaju morao pretpostaviti elastičnu podlogu, jer u protivnom slučaju ne bi dobio pod vertikalnim opterećenjem ni momente savijanja ni elastičnu liniju. Winkleru pripada i zasluga, da je uveo kod proračunavanja naprezanja šine na elastičnoj podlozi novi znanstveni pojam »koeficijenta podloge«.

Poslije Winklera počeo se baviti tim problemom čitav niz istraživača. Treba da spomenem Zimmermanna, koji je statički račun za elemente gornjeg stroja proveo i za kolosijek na poprečnim pragovima na pretpostavci elastične podloge i tako dao osnovu za daljnji razvitak izračunavanja gornjeg stroja. Nadalje bih spomenuo samo još nekoliko svjetsko priznatih kapaciteta na tom polju, kao Timošenka, Jamatu i Hačigučija, Sallera i Hankera, koji su riješili taj problem s pomoću uplivnica.

Vertikalno pokretno opterećenje prouzrokuje još bočne horizontalne sile. To su dinamičke sile, koje prouzrokuje vođenje vozila u kolosijeku uslijed centrifugalnih sila i uslijed vijuganja vozila. Apsolutnu veličinu tih sila vrlo je teško obuhvatiti, pa se zbog toga njihovo djelovanje ne ističe u računu posebno, već dolazi do izražaja samo u snižavanju dopuštenih napona zbog vertikalnih opterećenja.

U pogledu vertikalnih deformacija i naprezanja šina od vertikalnog tereta možemo smatrati odgovarajuća istraživanja zaključenima, pa ne trebamo u budućnosti u tom pogledu očekivati nekih vanrednih otkrića. Međutim, ne bi bilo ispravno, ako bismo mislili, da su time apsolvirana sva moguća naprezanja, kojima podleže šine u kolosijeku. Ako imamo u vidu, da čvrstoća na kidanje današnjeg čeličnog šinskog materijala iznosi oko 7000 do 8000 kg/cm^2, da se granica istezanja odnosno gnječenja tog materijala kreće između 4100 do 4300 kg/cm^2, a da se dopuštaju naprezanja šine uslijed vertikalnog opterećenja između 1300 do 1600 kg/cm^2, onda slijedi, da bi iznosio koeficijent sigurnosti oko 5 do 6. Veličina tog računskog koeficijenta sigurnosti mogla bi nas dovesti do potpuno krivih zaključaka. Šine položene u kolosijeku naprezane su osim silama, koje proizlaze iz vertikalnog opterećenja, još drugim silama, koje mogu — kako ćemo kasnije vidjeti — sumirane jedna s drugom dati naprezanja, koja mogu postići granicu gnječenja čeličnog materijala i time prouzrokovati pojave, koje mogu ugroziti sigurnost pogona na kolosijeku. Šine mogu biti u kolosijeku naprezane i aksijalnim silama, koje su katkada daleko veće od naprezanja prouzrokovanog vertikalnim opterećenjem.

Pitanja veličine aksijalnih sila i njihovog djelovanja na kolosijek nisu tako jednostavna. Prvenstveno želimo odrediti veličine aksijalnih sila, koje se pojavljuju u šini:

1. od promjene temperature,
2. od puzanja šina odn. putovanja kolosijeka,
3. od montaže šine u kolosijeku i
4. od vlastitih napona, koji potječu od izrade šina.

II. Određivanje pojedinih aksijalnih sila u ugrađenoj šini

Slično kao što je borba između stalnog povećavanja osovinskog pritiska vozila i povećavanja vozne brzine s jedne strane i stalnog povećavanja šinskog profila s druge strane prouzrokovala ispitivanje i dređivanje naprezanja šine pod utjecajem vertikalnog opterećenja, tako je i istraživanje i određivanje veličine aksijalnih sila prouzrokovala nužda, da se eliminiraju u što većem opsegu šinski spojevi. Dok su se sve do kraja prvog svjetskog rata skoro bez iznimke upotrebljavale šine umjerenih dužina od 10 do 15 m, iznimno do 18 m, poslije 1925 godine pojavila se tendencija, da se u kolosijecima upotrebljavaju šine većih dužina. Na taj način htjelo se izdvojiti dio šinskih spojeva i tako postići uštedu na uzdržavanju gornjeg stroja,

jer skoro polovica troškova na uzdržavanju kolosijeka otpada baš na uzdržavanje spojeva. Osim toga postojala je namjera, da se smanjenjem broja spojeva postigne mirnija vožnja i time ušteda na uzdržavanju vozila. Kod upotrebe dužih šina od onih umjerene dužine treba svakako voditi ozbiljnog računa o aksijalnim silama u šinama kolosijeka, prvenstveno o onima, koje potječu od temperaturnih promjena.

1. Aksijalne sile od promjene temperature.

a) *Osnovi teorije*

U narednim izvodima upotrebljavane su ove oznake i veličine:

E — modul elastičnosti šinskog materijala, $E = 2{,}1 \times 10^6$ kg/cm²,

α — koeficijent rastezanja šinskog materijala, $\alpha = 0{,}000012$,

l — dužina šine u cm, F — presjek šine u cm²,

Δt — temperaturna razlika u stupnjevima C,

Δl_t — rastezanje šine pod utjecajem Δt, u cm,

t_0 — temperatura polaganja šine (osnovna temperatura) u stupnjevima C.

Ostale oznake i veličine objašnjene su u samom tekstu.

Ako se slobodno položena šina zagrije, ona će se rastezati; ako se ohladi, ona će se stezati. Imamo relacije:

$$\Delta l_t = \alpha \,.\, l \,.\, \Delta t \text{ (cm) odnosno } \Delta t = \frac{\Delta l_t}{\alpha \,.\, l} \text{ (C}^0\text{)} \quad (1)$$

Sve temperature i temperaturne razlike odnose se na šinsku temperaturu, a ne na temperaturu uzduha.

Ako je rastezanje šine kod zagrijavanja spriječeno, u šini će se pojaviti prema Hookeovu zakonu napon:

$$\sigma = \alpha \,.\, E \,.\, \Delta t = \pm 25{,}2\, \Delta t \quad (2)$$

Veličina rastezanja odnosno stezanja slobodno položene šine ovisi:

1. o veličini dilatacionog otvora d (mm) na šinskom spoju i

2. o maksimalnoj temperaturnoj razlici ΔT (u stupnjevima C).

Iz tehničkih razloga može se dopustiti najveći d = 20 mm.

U daljnjim razmatranjima pretpostavlja se, da je $\Delta T = 90^0$ C uz maksimalnu šinsku temperaturu $T_v = +60^0$ C i uz minimalnu šinsku temperaturu $T_m = -30^0$ C, što odgovara otprilike našim klimatskim prilikama.

Iz relacije (1) slijedi uz $\Delta t = \Delta T = 90^0$ C i uz $\Delta l_t = d = 20$ mm, da maksimalna dužina šine, kod koje još ne nastupaju naponi od spriječenog rastezanja, može biti l = 18,5 m. Kod većih dužina, na pr. l = 30 m, dilatacioni razmak d = 20 mm zatvorit će se već kod $\Delta t = 55{,}5^0$ C, a utjecaj preostale temperaturne razlike do $\Delta T = 90^0$ C ispoljavat će se kao aksijalni napon prema (2).

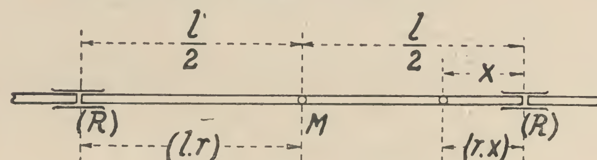
Šina u kolosijeku nije međutim položena slobodno, kako je gore pretpostavljeno. Njezino rastezanje i stezanje pod utjecajem temperaturnih razlika bit će sprečavano:

1. trenjem šina u spojevima (R u tonama ili kilogramima) i

2. trenjem šina na pragovima odnosno na podložnim pločama (r u kg/cm dužine šine).

Teorija se temelji na ovim pretpostavkama:

Za trenje *R* pretpostavlja se, da je na oba kraja ugrađene šine jednako; isto tako se pretpostavlja, da je trenje *r* na svim pragovima jednako, a šina se kod promjene temperature rasteže i steže od oba svoja kraja pa do svoje sredine, dok sama sredina šine ostaje nepomična (sl. 1).



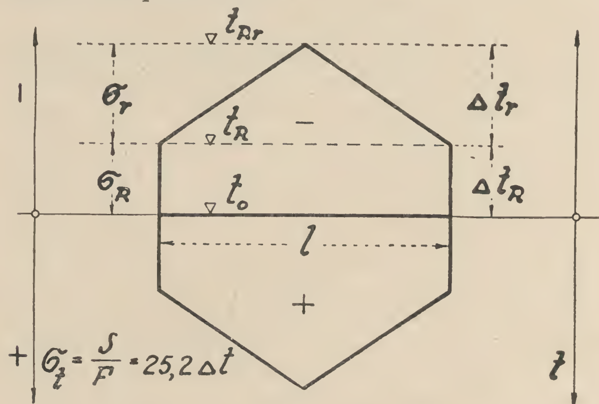
Sl. 1. Raspored trenja R i r na šini

Ako tako položenu šinu zagrijavamo, ona će se početi na svojim krajevima rastezati istom onda, kada temperaturnom razlikom Δt_R bude savladan otpor R. Od tog momenta dalje šina će se početi rastezati postepeno od kraja prema sredini, do koje će rastezanje stići kod daljnje temperaturne razlike Δt_r (iznad t_R) tako, da će biti $x = l/2$. Ovo postepeno napredovanje rastezanja šine zovemo »disanjem šine«, a razmak od kraja šine do promatrane točke, koja se baš počela micati, zovemo »dužinom disanja šine« x. Kod temperature $(\Delta t_R + \Delta t_r)$ dužina je disanja $x = l/2$. Stvarnu promjenu dužine šine, koja se pojavljuje uz dužinu disanja x, zovemo »veličinom disanja« Δl_x.

Postoji dakle za svaku proizvoljnu točku X u šini određena sila $S_x = \pm (R + r.x)$ te prema tome i napon:

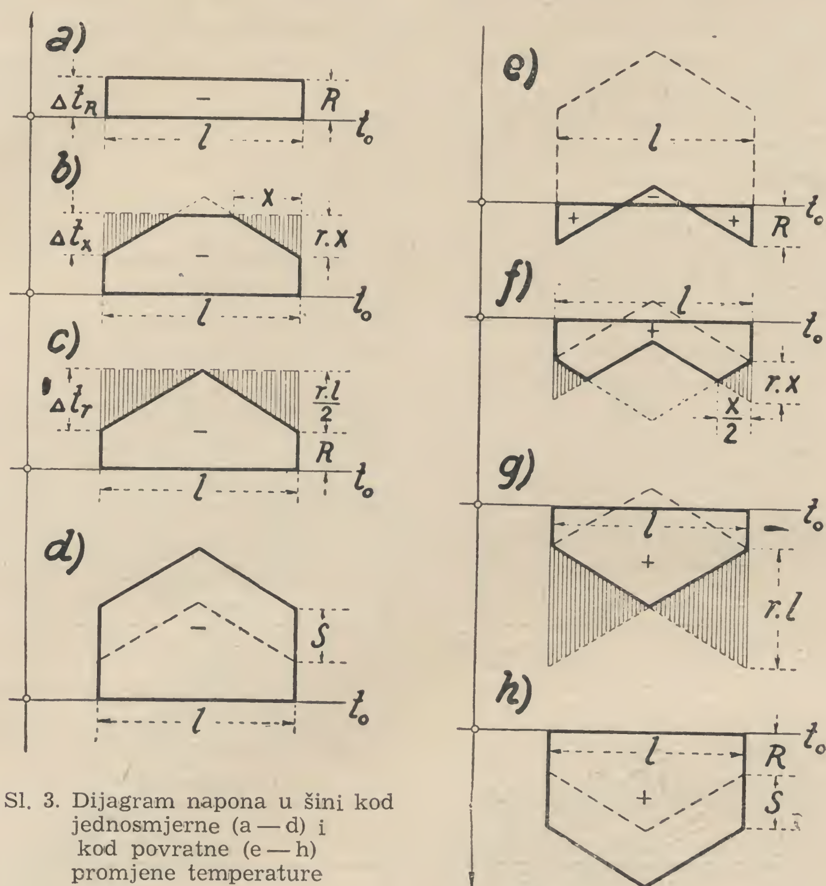
$$\sigma_{rx} = \frac{S_x}{F} = \pm \frac{(R + r.x)}{F} \quad (3)$$

koji ne može biti prekoračen sve dok je izvlaka u šinskom spoju neograničena. Najveće moguće sile S_x i najveće moguće napone σ_{Rx} zovemo »graničnim naponima«. Gornje i donje temperature, kod kojih nastupaju granični naponi, zovemo »graničnim temperaturama«.



Sl. 2. Dijagram graničnih napona i temperatura u šini

U slici 2 predočen je dijagram graničnih napona i temperatura, ako šini dužine l dižemo ili spuštamo temperaturu od proizvoljne osnovne temperature t_0.



Sl. 3. Dijagram napona u šini kod jednosmjerne (a — d) i kod povratne (e — h) promjene temperature

Iz slike 3 slijedi kod jednosmjerne promjene temperature:

Za svladavanje otpora R (sl. 3a) potrebno je povišenje temperature

za $\Delta t_R = \frac{R}{\alpha \cdot E \cdot F}$ uz granični napon $\sigma_R = - \frac{R}{F}$ (4)

Dilatacioni razmak d ostaje nepromijenjen.

Stanje prema slici 3b bit će postignuto kod daljnjeg povišenja temperature za $\Delta t_x = \frac{r \cdot x}{25{,}2 \cdot F}$

uz granični napon $\sigma_x = - \frac{r \cdot x}{F}$ (5)

Šrafirane plohe trokuta predočuju veličinu obostranog disanja šine kod točke x:

$$\Delta l_x = \frac{r \cdot x^2}{E \cdot R}. \tag{6}$$

Prema slici 3c postignut je za $l/2$ granični napon σ_r uz povišenje temperature za

$$\Delta t_r = \frac{r \cdot l}{2 \cdot \alpha \cdot E \cdot F} \text{ odnosno } \sigma_r = - \frac{r \cdot l}{2F} \tag{7}$$

pa cjelokupno disanje šine iznosi:

$$\Delta l_r = \frac{r \cdot l^2}{4 \cdot E \cdot F} \tag{8}$$

Poslije svladavanja otpora R i r (sl. 3c) odgovara svakoj daljnjoj temperaturnoj promjeni Δt promjena dužine šine Δl_t prema (1) kao kod slobodno položene šine. Dijagram aksijalnih napona ostaje nepromijenjen.

Čim se dilatacioni otvor zatvori, raste aksijalni napon jednakomjerno s rastom temperature prema (2) i iznosi za svako povećanje temperature za 1° C: $\sigma = -25{,}2$ kg/cm² (sl. 3d).

Gornji izvodi odnose se na jednosmjerni tok temperaturnih promjena. Međutim, u šinama nastupaju kod povratnih temperaturnih promjena stanovite anomalije po ovom pravilu:

Dijagram konačnih napona kod povratnih temperaturnih promjena nastaje iz početnog dijagrama kao paralelni poligon u razmaku $\sigma_t = \pm 25{,}2 . \Delta t$ prema (2), ukoliko novi poligon leži unutar dijagrama graničnih napona. Tamo, gdje novi poligon prelazi prelazi preko dijagrama graničnih napona, novi se dijagram napona podudara s dijagramom graničnih napona.

Ako naponsko stanje iz slike 3d sniženjem temperature promijenimo na naponsko stanje prema slici 3e, dilatacioni se razmak neće promijeniti. Kod daljnjeg sniženja temperature za Δt_x dilatacioni razmak će se povećati za Δl_x (sl. 3f).

Uz $\Delta t_x = \frac{r \cdot x}{\alpha \cdot E \cdot F}$ veličina disanja šine na oba kraja predočena je površinom šrafiranih trokuta:

$$\Delta l_x = \frac{r \cdot x^2}{2 \cdot E \cdot F} \tag{9}$$

Ako snizimo temperaturu od stanja u slici 3e za $\Delta t_r = \frac{r \cdot l}{\alpha \cdot E \cdot F}$, veličina obostranog disanja šine predočena šrafiranim trokutima u slici 3g iznosit će:

$$\Delta l_r = \frac{r \cdot l^2}{2 \cdot E \cdot F} \quad (10)$$

Vrijednosti za veličinu disanja šine prema (10) dvostruko su veće od onih prema (8).

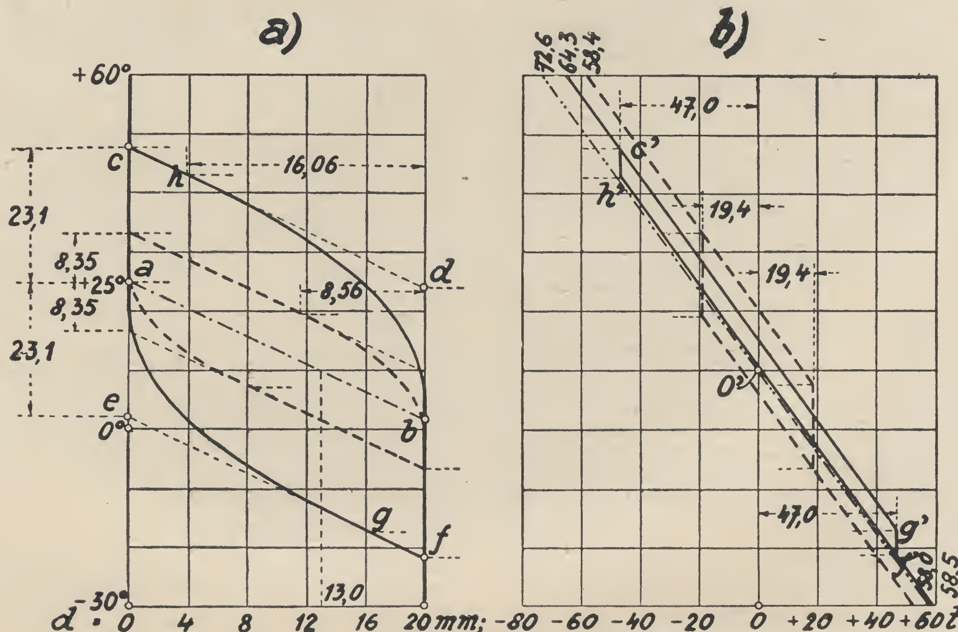
Ako je dilatacioni otvor postigao svoj najveći razmak prema slici 3h, kod daljeg snizavanja temperature jednakomjerno se povećava aksijalni vlak, koji će se ispoljavati u povećanom naprezanju spojnih vijaka.

Stanje prema slici 3a do 3c nastupa samo jedamput, i to na početku, poslije polaganja šine. Poslije će se stanje mijenjati prema slikama 3c, 3d i 3g te 3h.

veličine i na temelju njih ustanoviti najveće aksijalne sile, koje bi se uz postavljene uvjete mogle pojaviti u sredini šine. Sve potrebne podatke i rezultate predočujemo dvostrukim dijagramima.

b) *Grafičko prikazivanje aksijalnih sila s pomoću dvostrukih dijagrama.*

Kod šinskog sistema S45a (G = 45,25 kg/m, F = 57,6 cm² i d = 20 mm) pretpostavlja se, da normalna dužina šine iznosi 18 metara. Svarivanjem šina mogu se kombinirati duge šine od 36 m (2 × 18), od 72 m (4 × 18) ili od 90 m (5 × 18). Nastupajuće aksijalne sile treba odrediti u granicama *R/r* = 20/7,5 i *R/r* = 5/4. Osnova polaganja šina izabrana je za sve dužine šina ista, t. j. dilatacioni razmak d = 0 kod polaganja t_0 = + 25° C. Na temelju tih pretpostavaka izrađen je kao primjer dvostruki dijagram za šinu l = 72 m (sl. 4a i b).



Sl. 4. Dvostruki dijagram šine S45a
sa l = 72 m
a) za rastezanje šine
b) za aksijalne sile u sredini šine

Za daljnja razmatranja je važno poznavanje stvarnih veličina otpora *R* i *r*. Kod toga ne možemo stvarno računati s nekim stalnim veličinama, jer te veličine ovise od konstrukcije gornjeg stroja kao i o dobroti njegovog uzdržavanja. Pokusima je bilo ustanovljeno, da se veličina *R* kreće normalno između 5 i 20 tona, a veličina *r* u granicama između 4 i 7,5 kg/cm dužine šine. Da dobijemo ispravnu sliku stanja, moramo promatrati ponašanje šine u slučaju najvećih kao i u slučaju najmanjih trenja. Zato je potrebno provesti istraživanja veličine aksijalnih sila uz pretpostavku, da je *R* = 5 t i *r* = 4 kg/cm (oznaka *R/r* = 5/4) i da je *R* = 20 t i *r* = 7,5 kg/cm (oznaka *R/r* = 20/7,5).

Na temelju ovih osnovnih pravila teorije o aksijalnim silama nastalih u šinama uslijed temperaturnih promjena možemo izračunati potrebne

U dijagramu sl. 4a označeni su na apscisnoj osi razmaci d od 0 do 20 mm, na ordinatnoj osi temperature od —30° do +60° C. U dijagramu sl. 4b označene su na apscisnoj osi aksijalne sile, od O na lijevo tlak od 0 do 80 tona, od O na desno vlak od 0 do 60 tona; ordinate označuju isto kao u sl. 4a

Ako bi kolosijek s neprekinutim šinskim trakovima bio položen kod t_0 = +10° C, bio bi maksimalni aksijalni tlak u sredini šine prema (2): S = — 72,6 tone i vlak S = + 58 tona. U dijagramu sl. 4b predočena je za taj slučaj ovisnost između temperaturnih promjena i aksijalnih sila linijom —..—, koja prolazi kroz točku O′ (sa S = 0, i t_0 = +10° C).

Uz uvjet, da je kod t = +25° C razmak d = 0, slijedi prema (1), da bi bio taj razmak d = 20 mm kod t = +1,85° C. U slici 4a pravilo polaganja šina

označeno je linijom a—b: —.—. U oba dijagrama tok disanja šine i tok aksijalnih sila uz R/r = 20/7,5 označen je debelom punom linijom: ———, uz R/r = 5/4 jakom crtkastom linijom — — — —. Iz dijagrama slike 4b vidimo, da se u sredini šine može pojaviti kod ekstremnih temperatura uz R/r = 20/7,5 maksimalni tlak od 64,3 tone odnosno maksimalni vlak od 58,5 tone; uz R/r = 20/7,5 maksimalni tlak od 58,4 tone odnosno maksimalni vlak od 51 tone.

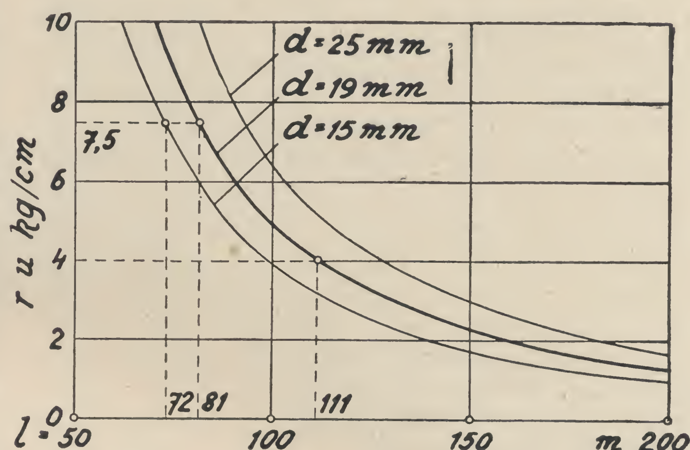
U sl. 4a predočeno je pravilo polaganja šina uz pretpostavku, da smo izabrali temperaturni razmak za polaganje između +25° C i +1,85° C. Ako polažemo šine u tom temperaturnom razmaku, očitamo u dijagramu sl. 4a za dotičnu temperaturu odgovarajući razmak d (na pr., za t_0 = +10° C je d = 13 mm). Taj se odnos između t i d kod rastezanja i stezanja šine predvidivo ne će više vratiti, jer će se isti razmak d = 13 mm pojavljivati kod raznih temperatura unutar označenih temperaturnih granica; na pr., on će se pojavljivati uz R/r = 20/7,5 u granicama od +30° C do —13° C, uz R/r = 5/4 u granicama od +17° C do +12° C. Bilo bi dakle apsolutno pogrešno zaključivati iz mjerene veličine dilatacionog razmaka kod stanovite temperature t na pravilo polaganje šine ili na veličinu aksijalne sile u sredini šine.

Na isti način mogu se nacrtati dijagrami za šine od 18,36 i 90 metara dužine. Interesiraju nas rezultati dobiveni s obzirom na maksimalne aksijalne sile, koji su pregledno sastavljeni u tablici 1.

šine kraće, pričvršćenje lagano, a mogućnost šinske izvlake da bude što veća.

2. Aksijalne sile od puzanja šina

Kod puzanja šina ili kod putovanja čitavog kolosijeka neminovno se moraju poremetiti dilatacioni razmaci. Već kod razmatranja podataka iz tablice 1 bilo je spomenuto, da su aksijalne sile kod šina dužina 72 m i 90 m povećane uslijed ograničene šinske izvlake sa d = 20 mm. Ako se radi puzanja šina smanje izvlake na spojevima, nastupit će povećanje aksijalnih sila i kod šina manjih dužina.



Sl. 5. Dijagram međusobne ovisnosti veličina r, d i l kod šina S49a

Tablica 1. Maksimalne aksijalne sile u šinama S45a različitih dužina uslijed temperaturnih promjena.

R/r =		l =	18 m		36 m		72 m		90 m		nep. š. t.	
		—/+ tona	—	+	—	+	—	+	—	+	—	+
20/7,5	Aksijalne sile u ton.	stvarna veličina	55,0	26,6	57,4	33,5	64,3	58,5	65,2	65,4	72,6	58,0
		apsolutna veličina zbroj + i —	81,6		90,9		122,8		130,6		130,6	
5/4		stvarna veličina	52,6	8,3	54,5	16,2	58,4	51,0	62,0	61,0	72,6	58,0
		apsolutna veličina zbroj + i —	60,9		70,7		109,4		123,0		130,6	

Ova tablica nam daje nekoje podatke, iz kojih možemo stvarati već stanovite zaključke. Vidimo, da veličina aksijalnih sila raste s dužinom ugrađenih šina, pa su te sile veće, ako su trenja R i r veća, i obratno. Ograničenje izvlake šina (maksim. d = 20 mm!) bitno povećava aksijalne sile kod šina dužina 72 m i 90 m. Iz tablice razabiremo dalje, da se ponašanje šina od l = 90 m kod velikih trenja podudara s obzirom na veličine aksijalnih sila s ponašanjem šina u kolosijecima s neprekinutim šinskim trakovima.

Ako želimo prema gornjim konstatacijama izbjeći velike aksijalne sile, treba dakle da budu

Iz relacije (8) $\Delta l_r = \frac{r \cdot l^2}{4 \cdot E \cdot F}$ slijedi, da je $l = \sqrt{\frac{\Delta l_r \cdot 4 \cdot E \cdot F}{r}}$. Na temelju te jednadžbe izrađen je u slici 5 dijagram, koji predočuje međusobnu ovisnost veličina r, d i l kod šina tipa S49a (F = 62,3 cm²). Iz tog dijagrama se razabire, u kolikoj mjeri utječe uz veličinu r veličina d na dužinu disanja šine i u kojem se slučaju pojavljuju iste aksijalne sile kao kod šina s neprekinutim šinskim trakom. Iz dijagrama razabiremo, da se na pr. kod r = 4 kg/cm i d = 19 mm ova šina ponaša kod dužine l > 111 m kao neprekinut šinski

trak; isto tako ponaša se šina kod r = 7,5 kg/cm i d = 19 mm već kod dužine l > 81 m kao neprekinut šinski trak. Ako se zbog puzanja šina smanji dilatacioni razmak na d = 15 mm, šina će se ponašati kao neprekinut šinski trak već kod dužina l = 72 m, pa će prema tome porasti i aksijalne sile u šini. Iz gornjeg zornog slučaja možemo si općenito predočiti utjecaj smanjenja dilatacionog otvora na povećanje aksijalnih sila.

3. Aksijalne sile od montaže šine u kolosijeku

Ove bi aksijalne sile morale biti kod u matematskom smislu točno u pravcu položenog kolosijeka jednake nuli. U kolosijeku u krivini, koji je bio geometrijski apsolutno točno položen, možemo te napone izračunati uz pretpostavku elastičnog savijanja šine. Oni ovise svakako o veličini zakrivljenosti. Ako je napon $\sigma = \frac{M}{W}$ i zakrivljenost $\frac{1}{R} = \frac{M}{E \cdot J}$ onda je $\sigma = \frac{E \cdot J}{R \cdot W}$. Kod šine tipa S49a iznosi J = 319 cm^4 i W = 51 cm^3. Za R = 1200 m bio bi σ = 110 kg/cm^2, za R = 500 m je σ = 260 kg/cm^2, a za R = 250 m je σ = 525 kg/cm^2.

Aksijalne sile zbog uklještenja šine nastupaju već kod polaganja šine u kolosijek ili se mogu pojaviti s vremenom pod utjecajem pogona. One su ovisne i o konstrukciji gornjeg stroja. Mjerenja bočnog savijanja dala su kod šinskog sistema S49a najveće vrijednosti napona zbog uklještenja u rubovima nožice sa $\sigma = \pm$ 900 kg/cm^2.

4. Aksijalne sile od vlastitih napona u šini

»Vlastitim naponima« označujemo napone, koji potječu od izrade šine. Pod tim izrazom razumijevamo napone u valjanoj šini, koja nije ugrađena niti na nju ne djeluju bilo koje vanjske sile. Ti naponi postoje u šini, kada su pojedini njezini dijelovi zbog međusobne povezanosti spriječeni da zauzmu onaj volumen, koji bi zauzeli, da su oslobođeni te zaprijeke, t. j. ako bi bili izdvojeni iz te međusobne povezanosti. Iako su ti naponi porazdijeljeni vrlo komplicirano po šinskom tijelu, ipak možemo s mnogo sigurnosti pretpostaviti, da su među tim naponima najveći oni, koji djeluju paralelno uzdužnoj osi šine. Oni nas i interesiraju.

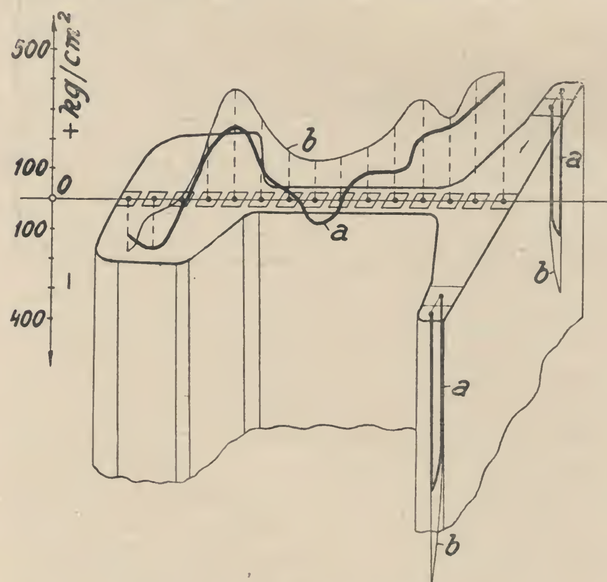
Vlastiti naponi u šini mogu biti prouzrokovani procesima kod valjanja, ohlađivanja i ispravljanja šine.

Naponi, koji bi nastali kod današnjeg metalurškog procesa izrade šine pri valjanju, ne dolaze u obzir, jer se valjanje šina vrši kod visokih temperatura, kod kojih je čelični materijal još tako mekan i plastičan, da se eventualno nastali naponi u najkraće vrijeme izjednače.

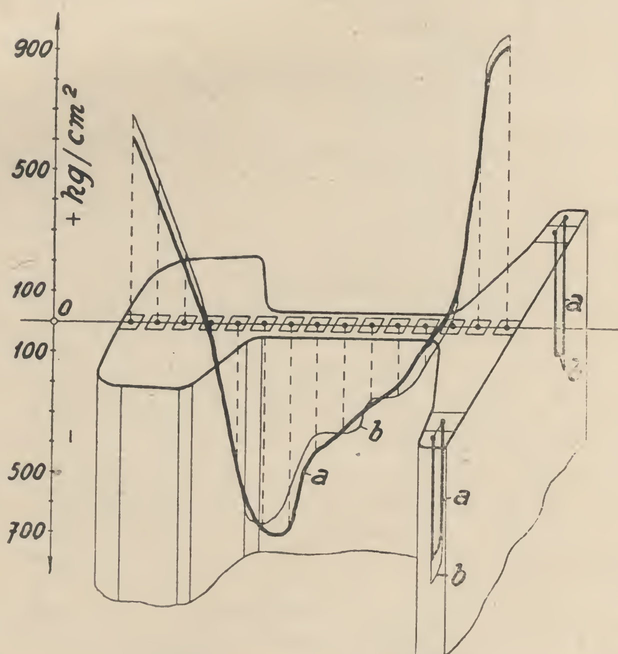
U obzir dolaze samo naponi, koji potječu od ohlađivanja i ispravljanja šine.

U svrhu određivanja veličine tih napona pojedini su istraživači pošli različitim putovima. Freeman i Quick pokušali su čisto teoretski obuhvatiti veličine tih napona iz skraćenja šina poslije ohlađivanja i ispravljanja šine. Drugi istraživači kao Regler, Akimov, mjerili su veličine tih napona s pomoću rentgenografskog refleksnog postupka. Međutim, te načine s obzirom na dobivene rezultate do danas ne možemo još smatrati uspjelima.

Upotrebljiv način na određivanje napona u smjeru uzdužne osi šine primijenio je Dr. Ing. H. Meier mjerenjem elastičnih rastezanja štapova isječenih iz šine. Iz komada šine dužine 2,5 m bio je u sredini isječen komad dužine 30 cm. Na takvom isječku šine bile su na mnogim točkama njezinog



Sl. 6. Naponi zbog ohlađivanja u neispravljenoj šini S49a
a) Šina hlađena u skupini
b) Šina hlađena pojedince



Sl. 7. Naponi u šini S49a poslije jednokratnog ispravljanja
a) Šina hlađena u skupini
b) Šina hlađena pojedince

presjeka precizno izmjerene dužine, a nakon toga bio je taj komad raspiljen u štapove presjeka 8/8 mm. Svakom je štapu ponovo izmjerena dužina i upoređena s odgovarajućom dužinom prije piljenja. Iz razlika dužina pojedinih štapova lako je izračunati po Hookeovu zakonu veličinu napona, koji je prouzrokovao promjenu dužine štapa (sl. 6 i 7). Isti način određivanja veličine vlastitih napona bio je primijenjen u zavodu EMPA u Zürichu, o čemu je predavao direktor tog zavoda prof. Dr. Ing. Roš, u proljeću 1952 u Zagrebu.

Nakon posljednjeg prelaza šine kroz valjke kod temperature od oko 900° C odsijeku se njezini krajevi na traženu dužinu, nakon čega se šina otprema na »toplo ležište«, da se ondje ohladi. Šine polože se gusto jedna do druge, tako da zagrijani uzduh ostaje duže vremena iznad ležišta i tako usporuje ohlađivanje

Zbog različite podjele mase po presjeku šine dijelovi s većom površinom t. j. vrat i nožice ohlađuju se prije nego šinska glava s većom masom i manjom površinom. Šinska nožica se kod ohlađivanja steže prije nego glava, zbog čega se šina počinje savijati konkavno na strani nožice. Kasnije se ohladi glava, i savijanje šine nešto popusti. Procesom nejednakomjernog ohlađivanja i savijanja šine na toplom ležištu pojavljuju se u šini vlastiti naponi. Veličina tih napona ovisi o temperaturnim razlikama i o brzini ohlađivanja. Meier je mjerio napone u šini S49a, koja je bila ohlađivana u skupini (sl. 6a) i u šini, koja je bila ohlađivana pojedinačno (sl. 6b). Pošto se kod druge šine proces ohlađivanja vršio brže nego kod prve, vlastiti su naponi u toj šini općenito veći od onih u prvoj. Naročito se ispoljava utjecaj brzine ohlađivanja u nožici, koja se zbog svoje velike površine ohlađuje vrlo brzo, pa zato pokazuje i najveće vlastite napone. Tok ohlađivanja ima još drugo značenje. Čvrstoća na kidanje u nožici je veća od one u glavi, dok je istezanje u glavi veće od onog u nožici. Iz gornjeg slijedi, da brzo ohlađivanje povisuje čvrstoću i snizuje istezanje, ali povećava zato vlastite napone.

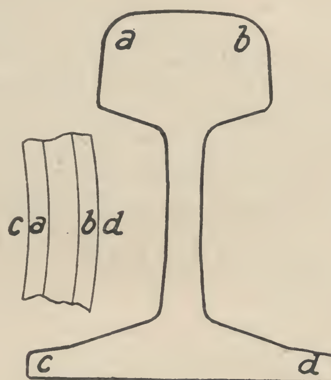
Poslije ohlađivanja šina se mora još ispraviti. Danas se za ispravljanje šina upotrebljavaju bez iznimke posebni strojevi, koji se sastoje iz niza valjaka. Oni su smješteni u dva reda, jedan za drugim. Horizontalni i vertikalni razmaci valjaka kao i njihovi promjeri tako su dimenzionirani, da je šina na svom prolazu kroz stroj podvrgnuta jakim, neposredno konsekutivnim savijanjima u protukrivinama. Na svakoj krivini šina je naprezana preko granica istezanja. Šina izlazi iz stroja potpuno ispravljena. H. Meier mjerio je napone i u šinama, koje su prošle kroz stroj za ispravljanje. I u tom slučaju mjerio je napone u šini skupinskog ohlađivanja (sl. 7a) i u šini pojedinačno hlađenoj (sl. 7b). Iz tih slika vidimo, da se veličina i smisao napona u oba slučaja skoro podudaraju i da sada nema više nekog utjecaja od napona nastalih kod ohlađivanja. Kod ispravljanja šine u stroju čitav njezin profil podleži plastičnom preoblikovanju, koje prouzrokuje poništenje postojećih napona uslijed ohlađivanja. Tako možemo na kraju zaključivati, da svi vlastiti naponi u šini potječu zapravo samo od ispravljanja šine u stroju.

Na veličinu vlastitih napona zbog ispravljanja šinje utječe raspored valjaka u tom stroju. Općenito može se tvrditi, da rastu s veličinom zakrivljenosti šine u stroju i vlastiti naponi, koji mogu postići i veličinu od 2000 kg/cm². Kako se reguliranjem razmaka valjaka mogu postići manje zakrivljenosti, može se pokusima utvrditi za određeni šinski materijal onaj položaj valjaka, koji će ispraviti šinu, a ujedno joj dati najmanje skraćenje. Šina se na prolazu kroz stroj za ravnanje skraćuje. Što je jače savijanje šine u stroju, utoliko je veće njezino skraćenje. Iz malih skraćenja šine na izlazu iz stroja za ispravljanje možemo zaključivati i na male vlastite napone u šini.

Na pitanje, da li postoje vlastiti naponi iste veličine i dalje u šini, koja je bila duže vremena pod pogonom, provedeni pokusi kažu, da vlastiti naponi i nadalje zadržavaju skoro istu veličinu koju su imali kod napuštanja valjaonice.

III. Ukupna veličina svih aksijalnih napona u ugrađenoj šini

Naponi, koji se pojavljuju u neopterećenoj šini zbog promjene temperature, zbog montaže, zbog ispravljanja kao i naponi prouzrokovani prometnim opterećenjem sumiraju se. Da dobije preglednu sliku o cjelokupnom naprezanju šine u pojedinim najviše napregnutim dijelovima njezinog profila, H. Meier je sastavio na temelju svojih istraživanja narednu tablicu 2.



Sl. 8. Šinski profil S49a s oznakom najviše naprezanih dijelova profila. Lijeva zakrivljenost šine

Najveća naprezanja u šini pojavljuju se u obrubnim zonama njenog profila, i to na gornjim zaobljenjima glave a i b i na rubovima nožice c i d (sl. 8).

Veličine napona zbog promjene temperature ovise o temperaturi polaganja šine t_0, pa su zato pojave tih napona raščlanjene s obzirom na one kod $t_0 = +5^0$, $t_0 = +15^0$ i $t_0 = +25^0$ C i podijeljene na zimske (vlak) i ljetne (tlak) mjesece. Isto tako su naponi prouzrokovani prometnim optere-

Tablica 2. Najveći naponi u dijelovima profila šine S49a.

Dijelovi šinskog presjeka			a	b	c	d
Vlastiti i montažni naponi			— 800	+ 800	—1500	+1500
Naponi od promjene temperature	ljeti $T_v = +60^0$ tlak	$t_0 = +5^0$ C	—1400	—1400	—1400	—1400
		$t_0 = +15^0$ C	—1120	—1120	—1120	—1120
		$t_0 = +25^0$ C	— 840	— 840	— 840	— 840
	zimi $T_m = -30^0$ vlak	$t_0 = +25^0$ C	+1400	+1400	+1400	+1400
		$t_0 = +15^0$ C	+1120	+1120	+1120	+1120
		$t_0 = +5^0$ C	+ 840	+ 840	+ 840	+ 840
Naponi od prometnog opterećenja	ljeti	od pozitivnog M	—1600	—1600	+1600	+1600
		od negativnog M	+ 800	+ 800	— 800	— 800
	zimi	od pozitivnog M	—1400	—1400	+1400	+1400
		od negativnog M	+ 700	+ 700	— 700	— 700
Maksimalni naponi		uz $t_0 = +5^0$ C	—3800	+2340	—3700	+3740
		uz $t_0 = +15^0$ C	—3520	+2620	—3420	+4020
		uz $t_0 = +25^0$ C	—3240	+2900	—3140	+4300

ćenjem podijeljeni na ljetne i zimske mjesece, zbog povećanja vrijednosti koeficijenta podloge pri ukrućenju zastora zimi.

Iz tablice razabiremo, u kolikoj mjeri zavisi naprezanje šine od t_0. Kod toga moramo smatrati jednako važnima maksimalne tlačne i vlačne napone. Nadalje vidimo, da je od temperatura t_0, koje su bile uzete kao osnovica za komparaciju s obzirom na veličinu napona, najpovoljnija $t_0 = +5^0$ C. Maksimalni sumarni naponi ostalih osnovica jako se približavaju granici gnječenja odnosno istezanja, pa je čak i prekoračuju. Kod toga ne smijemo zaboraviti, da su kod određivanja pojedinih vrijednosti za pojedine napone bili uračunati dosta bogato odmjereni sigurnosni dodaci. Na temelju te tablice možemo si stvoriti prilično jasnu sliku o veličinama aksijalnih napona, koji se mogu pojaviti u neprekinutim šinskim trakovima.

IV. Utjecaj aksijalnih sila na šinu u kolosijeku

U šini pojavljuje se najveći tlak ljeti, najveći vlak zimi. Tlačni naponi mogu ugrožavati stabilnost kolosijeka, vlačni naponi povećavaju opasnost preloma šine. Najveći naponi iz tablice 2 mogu se teoretski pojaviti samo u šinama kolosijeka s neprekinutim šinskim trakovima. Takvo stanje može se međutim pojaviti i u kolosijeku s dugim šinama, ako kolosijek nije uzdržavan u potpuno besprikornom stanju i ako se dopusti, da nastupi puzanje žina.

Mogućnost preloma šine postoji svakako u kolosijecima sa šinama umjerenih dužina. No takav prelom šine ne treba uvijek da znači već neku opasnost za pogon. Isto tako njegovo saniranje ne predstavlja neki naročiti problem.

Prelom šine u kolosijeku s neprekinutim šinskim trakovima znači oslobođenje velike latentne vlačne sile. Toj će se sili moći suprostaviti trenje i samo u ograničenom opsegu. Posljedica toga će biti, da će se oba kraja šine na mjestu preloma razmaknuti na nekoliko centimetara. Tako će kod šine S 49a, položene neprekidno kod $t_0 = +15^0$ C i kod preloma, koji je nastupio kod $t = -30^0$ C, taj prekid iznositi uz $r = 7{,}4$ kg/cm oko 5,2 cm, a uz $r = 4$ kg/cm iznosit će oko 10 cm. Kod prekida šinskog traka od 10 cm postoji velika vjerojatnost, da će on prouzrokovati iskliznuće već prve iduće osovine, koja će prolaziti to mjesto. Dakle, u tom se slučaju traži što jače pričvršćenje šine na prag, da bi bio u slučaju preloma šine taj razmak što kraći.

Prelom šine u neprekinutom traku znači dakle za pogon opasnost, no samo saniranje preloma znači u tom slučaju veliku nepriliku. Pošto zima traje dugo te se ne može čekati do onog momenta, kada će ona popustiti do neutralne temperature t_0, a pošto uspostava neprekidnog šinskog traka traži obzir na t_0, to ne preostaje drugo nego da se razmak na prelomu šine zatvori na umjetan način. Pomicanje obaju krajeva šinskog traka k drugom može se provesti samo s pomoću teških aparata mehaničkim putem ili s zagrijavanjem krajeva šine pomoću električnih grijača na dužini njezinog disanja, da bi se zatvorio razmak na mjestu preloma. Svakako su za saniranje preloma potrebni komplicirani radovi, koji predstavljaju problem već kod jednog preloma šine, a kamoli u slučaju, ako se dogodi istovremeno kod niskih temperatura više preloma, što prema iskustvima prakse nije isključeno.

Drugi je problem, koji proizlazi iz utjecaja velikih aksijalnih sila u kolosijeku, pitanje stabilnosti kolosijeka t. j. pitanje sigurnosti, kojom kolosijek leži u svom normalnom položaju, bilo u

pravcu, bilo u krivini. Velik aksijalni tlak može stabilnost kolosijeka poremetiti kako u vertikalnom tako u horizontalnom smislu. Oslobođenim silama suprostavlja se samo šinsko polje svojom težinom, zatim trenje na zastoru i otpor protiv izvijanja u samoj šini (u slučaju vertikalnog izbočenja) odnosno otpor čitavog kolosijeka kao rešetkaste konstrukcije (u slučaju horizontalnog izbočenja). Odgovor na pitanje, kada i uz koje prilike će oslobođene aksijalne sile savladati sve te otpore, nije tako jednostavno.

U cilju računskog obrađivanja problema izbočenja kolosijeka razni su istraživači postavili različite teorije, kojih se osnovne pretpostavke međusobno dosta razlikuju. Spomenut ću samo dvije od ovih teorija.

Prof. Dr. Ing. Raab proveo je niz pokusa s kolosijekom, koji je stavio pod velike aksijalne tlakove, pa je došao do zaključka, da se u trenutku izbočenja kolosijeka pojavljuju u obrubnim zonama šinskog presjeka naponi, koji odgovaraju granici gnječenja šinskog čeličnog materijala. Toj teoriji, kao i daljnjim njezinim izvodima stavljaju se stanoviti prigovori.

Drugu teoriju postavili su Bloch i Sanders, a već spomenuti H. Meier ju je dalje razvio i nadopunio. Ta teorija smatra kolosijek štapom određene EJ, koji je kao nosač opterećen svojom težinom i koji leži uz trenje na krutoj podlozi. Da bi se moglo protumačiti izbočenje kolosijeka kao mehanički proces izvijanja (kod kojeg nam dakako dužina izvinutog štapa nije poznata), treba unaprijed pretpostaviti neko savijanje štapa s određenim oblikom, koji ulazi u račun kao »kritična točka izvijanja«. Pojavu te kritične točke izvijanja tumači Meier malim pomicanjem u donjem stroju, neravnomjernostima u bočnom otporu i sa slabo položenim i uzdržavanim kolosijekom. Ta teorija uzima uglavnom obzir na stvarne prilike i daje upute za rad kod polaganja i održavanja kolosijeka.

Za matematsko rješavanje tog problema upotrebili su gornji autori te teorije »energetsku metodu«, kojom se može odrediti približni postupak za pronalaženje kritične točke izvijanja. Ta se metoda osniva na principu virtualnih pomaka prema poučcima Maxwella, Castigliana i Menabrea. Tom metodom dobiveno je sredstvo, koje nam omogućava da prilično točno odredimo uvjete, pod kojima možemo očekivati horizontalno izbočenje kolosijeka. Vertikalno izbočenje kolosijeka kod danas upotrebljavanog teškog gornjeg stroja, pogotovo uz upotrebu armiranih betonskih pragova, takoreći ne dolazi više u obzir.

V. Aksijalne sile i konstrukcija željezničkog gornjeg stroja

Teoretskim studijem veličine i utjecaja aksijalnih sila, koje se mogu pojaviti u šinama kolosijeka, dobiven je za konstruktera željezničkog gornjeg stroja instrumenat, kojim se može usmjeriti konstrukciju kolosijeka s dugim šinama i s neprekinutim šinskim trakovima.

Željeznice današnjice skoro svuda u svijetu su prinuždene da se bore za sučuvanje opsega svog današnjeg prometa i spriječe prelaz svog prometa na druga prometna sredstva, koja pokazuju u posljednjih 30 godina velik napredak. Zato one moraju u toj konkurentnoj borbi nastojati, da kod svog prevoza pružaju što veće pogodnosti u vidu veće udobnosti, sigurnosti i brzine, uz što manje prevozne troškove prema ostalim prometnim sredstvima. U svemu mora dakle biti željeznički pogon racionaliziran do krajnjih granica. Ta se racionalizacija mora dakako odnositi na sve grane pogona, dakle i na građevinsku, a u toj prvenstveno na željeznički gornji stroj.

Ekonomičnost gornjeg stroja može se postići u većem opsegu upotrebom dugih šina i neprekinutih šinskih tragova. Teorija aksijalnih sila u šinama daje nam potrebne smjernice za tu svrhu.

Iz rezultata gornjih teoretskih razmatranja proizlazi, da se mogu primijeniti duge šine do oko 50 do 60 m dužina, bez straha da bi kod dobrog uzdržavanja nastupile neke pojave, koje bi mogle ozbiljno ugrožavati željeznički pogon.

Kod šina većih dužina do oko 100 m mogu se već pojaviti aksijalne sile koje se po svojoj veličini mogu približiti onima, koje se pojavljuju u neprekinutim šinskim tragovima. Za te dužine traži se na njihovim krajevima lako pričvršćenje šine na podlogu, da bi ona mogla u dovoljnoj mjeri disati. Na drugoj strani traži se kod pojave velikih aksijalnih sila jače pričvršćenje šine na podlogu. Zahtjevi su tu dakle u kontradikciji. Slično je i kod šina od dužine od nekoliko stotina metara uz primjenu dilatacionih sprava na njihovim krajevima, koje dopuštaju disanje šine u mnogo većoj dužini nego obični spojevi. Taj raspored ne daje željenih rezultata. Takva šina će doduše disati na svojim krajevima na većoj dužini, ali će u njezinoj sredini ostati odsjek prilične dužine, koji neće disati i u kojem se zbog toga moraju pojaviti aksijalne sile u veličini onih u neprekinutom šinskom traku. I u tom slučaju su traženja kontradiktorna, jer se na krajevima šina traži lagano pričvršćenje, a u sredini kruće.

Ako se pak kod dugih šina ne može izbjeći mogućnost pojave velikih aksijalnih sila, onda je logično, da se u takvim slučajevima primjenjuje šinski trak. Kod konstruktivnih zahtjeva u tom slučaju ne postoje kontradikcije. Iz teoretskih razmatranja proizlazi, da mora biti s obzirom na opasnost preloma šine za taj slučaj pričvršćenje šine na podlogu što jače. U cilju sprečavanja bočnog izvijanja kolosijeka traži se, da je težina gornjeg stroja što veća (šine veće težine, armirani betonski pragovi), pragovi gusto razmješteni, širina zastora što veća i pričvršćenje šine na podlogu što kruće. Prema rezultatima, koje daje energetska metoda, bilo bi poželjno, da je konstrukcija kolosjeka kruta, tako da predstavlja neke vrste

Vierendeelova nosača. Svi su konstruktivni zahtjevi kod kolosijeka s neprekinutim šinskim trakom jednoglasni, osim toga postoji i mogućnost njihove tehničke izvedbe. Primjenom takve kolosječne konstrukcije bit će jednokratni investicioni troškovi doduše povećani, ali će svakogodišnji troškovi uzdržavanja biti osjetljivo smanjeni. Takav postupak bit će racionalan samo kod pruga s odgovarajućim prometom po veličini osovinskog pritiska po volumenu prometa i po veličini brzine. Uklanjanje normalnih šinskih spojeva iz kolosijeka pruža mogućnost uvođenja laganih i kratkih putničkih vlakova s velikom brzinom i većom frekvencijom, što je danas poželjen cilj putničkog prometa. Radi većih investicionih troškova bit će poželjno, da se primjenjuju šine veće težine; naročito treba da bude masivna glava, koja će dozvoliti njezino trošenje kroz duže vremena, dok ne postigne svoj minimum visine za tu kategoriju pruge. Ovo govori u prilog tezi, da se uvedu za sve kategorije pruga i kolosijeka jedinstvene šine, koje se prema veličini vertikalnog trošenja glave kasnije upotrebljavaju u kolosijecima nižeg ranga. Time bi se pojednostavila i materijalna služba.

Danas se već upotrebljavaju na mnogim prugama šine do dužine od 60 m; kod nas su u upotrebi šine od 30 m dužine. Svi se izvještaji o uporabivosti takvih rasporeda slažu u tome, da ističu svrsishodnost upotrebe dugih šina tih dužina. Kolosijeci s šinama dužine od nekoliko stotina metara s dilatacionim spravama nisu zadovoljili traženjima; po svemu se čini, da ne će imati neke budućnosti. Naprotiv, pojedine su željezničke uprave već počele uvoditi neprekinute šinske trakove. Dosadašnji izvještaji glase povoljno, no trajanje njihove primjene nije još toliko, da bi se moglo o tome izreći definitivno mišljenje.

Svakako je studij aksijalnih sila doveo do bitnih promjena u konstrukciji gornjeg stroja i dao nove poglede i smjernice za budućnost.

PROMETNE PODLOGE ZA CESTOVNO PLANIRANJE I REGULATORNA OSNOVA GRADA ZAGREBA 1953.

Ing. **Božidar Vizjak,** Zagreb

Uvod

Iskustva pokazuju da samo one saobraćajnice, koje su projektirane na temelju posve realnih podloga, mogu zadovoljiti potrebe prometa.

U prvom redu treba poznavati postojeći saobraćaj i njegov razvitak, da bi iz tih podataka mogao biti izveden zaključak o očekivanom prometu u budućnosti. Odatle se onda mogu donijeti odluke o oblikovanju prometnih površina i o potrebnim zahvatima, koji će osigurati prometu sigurno i nesmetano odvijanje.

Izbor širine kolovoza kod građenja cesta ne utječe samo na materijalna i novčana sredstva, koja se moraju uložiti u realizaciju izgradnje, nego, često, i na samo vođenje linije ceste.

Odabrani elementi mogu prema tome da budu odsudni za realizaciju same zamisli, odnosno mogu njenu realizaciju odgoditi na neodređeno vrijeme i time nanijeti velike štete narodnoj privredi.

Za dimenzioniranje neke ceste treba poznavati dvije veličine: množinu prometa i produktivnost različitih tipova poprečnih profila. Tim elementima prethodi poznavanje sadašnjega prometa i njegovih varijacija, koje opet rezultira iz promatranja i registriranja saobraćaja.

Organizirano promatranje prometa nije još kod nas provedeno u širem opsegu. Započeto sistematsko prikupljavanje prometnih podataka odnosi se samo na stanovite potrebe, pa podaci dobiveni u ovome obliku još ne mogu služiti za sastav potrebnih podloga.

Prikupljanje podataka za dimenzioniranje cesta vrlo je opsežan i dugotrajan posao; on se mora proovditi organizirano i kontinuirano, da bi se mogla dobiti prava slika prometnih potreba.

Promatranjem prometa u jednom izoliranom području, na primjer u gradu, može se uočiti veliki utjecaj prometa iz veza vanjske cestovne mreže. Da bi se prema tome mogla dobiti prava slika prometa, potreban je koordinirani rad prometno-tehničke službe gradskih i vanjskih cestovnih uprava. Osobito su karakteristična zapažanja u blizini velikih gradova.

Gradovi svojom ulogom kulturnog, naučnog, trgovačkog i industrijskog centra daju biljeg razvoju naselja, koja se nalaze unutar širokih granica njihovih utjecajnih područja. Kulturne, naučne i trgovačke veze usmjeravaju stoga prometne puteve prema takvom prirodnom izvoru i utječu na njegov lokalni promet.

Ako se takova mjesta nalaze i na raskšću dalekih prometnih cesta, još više iskaču karakteristične osobine prometnih utjecaja.

Općenito

Svakom planiranju cesta treba da prethodi postava prometnih uslova, s kojima će se sve potrebe transporta zadovoljiti sigurno, brzo, ekonomično i ugodno.

Tako postavljeni uslovi treba da odgovaraju potrebama današnjega prometa i onoga, koji se na planiranoj cesti očekuje u doglednoj budućnosti.

Vrijednost neke ceste može doći do izražaja preko vrlo različitih faktora. Osnovni su faktori: postignute veličine prometne brzine, prometne sigurnosti i množine prometa. Neki od tih faktora odabiru se već kao osnova za projektiranje. Tako

se kod savremenih cesta brzoga i mješovitoga prometa krivine i nagibi oblikuju uz zadanu vrijednost građevne brzine, pri čemu se istovremeno uzima u obzir i gledište prometne sigurnosti. Međutim, ako se kod toga zapostavi razjašnjenje pitanja vrijednosti ukupnoga prometa, ne će postavljeni prometni uslovi biti ispunjeni, već će se zadovoljiti samo mehanička traženja neke prometne jedinice, koja će se kretati po planiranoj cesti.

Kod dimenzioniranja cesta ima se stoga u vidu promet bez obzira na njegovu svrhu, onakav kakav je u sadašnjosti odnosno u doglednoj budućnosti. Cestovno postrojenje mora biti u širini tako dimenzionirano, da može primiti prometnu struju bez ikakovih smetnji. Planska postava neke ceste i njene dimenzije moći će prema tome zadovoljiti potrebe transporta tek onda, kada je upoznat po veličini i smjeru promet koji će se na toj cesti odvijati.

Podloge za rješavanje takvih problema daju nam proučavanja prometne strukture. Do tih podloga dolazimo ili proučavanjem statističkih podataka elemenata, koji su od važnosti za promet, ili direktnim promatranjem prometa, odnosno ispitivanjem o prometu.

I. Statističke podloge. One daju uvid u sadašnje stanje nekih prometnih elemenata koji direktno utječu na stanje prometa. Iz tih podloga se može vidjeti tendencija porasta i pada utjecaja tih elemenata na prometnu strukturu, iz čega se mogu dobiti pouzdani zaključci s obzirom na ovisnost množine prometa od zbirnih stanja statističkih iskaza.

Od podloga za proučavanje prometne strukture dolazi u odbzir:

a) statistika pučanstva, koja daje uglavnom podatke za ocjenu budućeg stanja prometa i motorizacije;

b) statistika vozila (motornih, zaprežnih i bicikla), koju daje godišnji pregled o stanju vozila i njihovu tendenciju razvitka u cestovnom prometu;

c) statistika transporta, koja daje doprinos za upoznavanje strukture teretnoga saobraćaja na cestama;

d) statistika željezničkog i autobusnog saobraćaja, koja daje u gradskom prometu podlogu za ocjenu opterećenosti prilaznih cesta kolodvorima;

e) statistika tramvajskoga prometa po linijama, koja daje doprinos za upoznavanje frekvencija putnika i prometnih smetnji koje mogu utjecati na produktivnost neke gradske arterije; konačno

f) statistika carina, koja ima uglavnom važnost za zemaljsku, a od sekundarnog je značaja za gradsku cestovnu mrežu; ova dolazi do izražaja u onoj poziciji, koja registrira ulaz inozemnih motornih vozila u stanovitim vremenskim odsjecima značajnima za turizam.

II. Brojanje saobraćaja. Ono daje podlogu iz koje se dobiva najrealnija slika o stanju postojećega saobraćaja. Tako dobiveni podaci služe kao ishodište za naše prave generalne zaključke o oblikovanju ukrštališta, cestovnih priključaka i t. d.

Brojenje saobraćaja izvodi se direktnim promatranjem prometa, ubilježavanjem kategorija vozila kao brojčane jedinice, odnosno automatskim brojenjem.

Problematika direktnoga promatranja sastoji se u tome, da se pronađe postupak, kojim bi se iz jednoga po mogućnosti što kraćeg brojanja došlo do takovih rezultata, koji bi dali točnu sliku stvarnoga stanja prometa.

Kod t. zv. pojedinačnih brojenja pojavljuju se često nedostaci u periodama prometa, pa dolazimo do problema: Kada i kako dugo treba brojiti. Potpuna vremenska slika prometa dobiva se automatskim brojenjem saobraćaja. Ono nam daje neprekidno prometno opažanje, a samoregistrator također godišnji prosjek i prometne vrškove. Podaci opaženoga dnevnoga prometa naneseni u godišnjoj liniji pokazuju, kako ova zavisi o gospodarskom karakteru ceste, broju pučanstva, rasprostranjenosti, napučenosti i stanju motorizacije. Kako se mijenjaju te karakteristike, mijenjat će se i srednji godišnji prosjek dnevnoga prometa i pokazivat će od godine do godine druge vrijednosti. To pokazuje, da se i opažanja prometa moraju vršiti trajno, jer se samo trajnim promatranjem može pratiti tendencija njegova razvitka i time prikupiti jasni podaci o potrebama za budućnost.

Kod istraživanja unutarnjega gradskog prometa radi se prvenstveno o promatranju pojedinih prometno vrlo jako opterećenih ili građevno nepovoljno oblikovanih točaka. Tu treba istražiti, kojim bi se mjerama mogle odstraniti te usporne točke.

Rasterećenje može uslijediti ili građevnim, ili prometnim mjerama. Podloge dobivene istraživanjem bit će prema tome upotrebljene ili za građevno planiranje, ili za prometno-policijske mjere.

Treba međutim razlikovati opterećene prometne točke unutar postojećih naselja i regulacionom osnovnom predviđena prometna čvorišta unutar površina koje će se tek izgraditi.

Kod prvih se daje prednost prometno-policijskim mjerama, jer su građevne mjere u gradu znatno skuplje nego na slobodnim potezima, a s druge strane ograničenje prometno-policijskim mjerama ne ispoljuje se u gradskom prometu toliko štetno koliko u slobodnim cestovnim potezima. Na slobodnim potezima zemaljske ili republičke cestovne mreže, gdje su temeljne brzine znatno veće, bit će prometno-policijske mjere dopuštene samo u bitno užim granicama. Odstranjenje prometnih teškoća mora se stoga ovdje postići građevnim mjerama.

Drugu sliku daju regulacijom predviđena čvorišta unutar budućih naseljenih površina. Pošto se kod takvih točaka buduće naselje formira u potrebnoj udaljenosti, tako da ne može utjecati na

skupoću izvedbe čvorišta, to nema smetnje da se kod takovih slučajeva primijene isti principi kao na slobodnim potezima. Međutim, i kod takovih slučajeva treba istražiti, kojim bi se još prometnim ograničenjem mogao povisiti učin takove ceste. Produktivnost neke ceste biti će naime i uz provedbu naprijed opisanih mjera u bitnoj mjeri ograničena miješanjem vozila nejednakih brzina u prometnoj struji.

Važno je postaviti ograničenje brzine, ne samo prema gore, kao na pr. građevnom brzinom, nego i prema dolje. Ta se brzinska ograničenja prema dolje polučuju odalečivanjem sporoga od brzoga saobraćaja, dakle razdvajanjem saobraćaja.

U regulatornoj osnovi za grad Zagreb riješen je taj problem time, da se na svim važnim saobraćajnicama predvidjelo razdvajanje osobnog, biciklističkog i tramvajskog saobraćaja od prometnih površina za motorna vozila. Isti efekat za ukupnu produktivnost prometa dobiven je i projektiranom visokom brzom cestom paralelnom sa željezničkom prugom. Njom je omogućeno, da najbrža vozila iz smjera I-Z uđu u sam centar grada sa periferijskih prometnih čvorova, koji su vezani na sve ulazne smjerove.

Ako se u prometnoj struji vozila pretječu, prekidat će se kod dvokolosječnih cesta nasuprotni promet, ukoliko nije za takove slučajeve predviđen poseban kolovoz. Broj pretjecanja smanjit će se sa povećanom jednomjernošću brzine. Da bi međutim prekid suprotnoga prometa trajao što kraće, važno je da se pretjecanje vozila obavi što brže. S toga je razloga opet potrebno da u momentu pretjecanja brzina vozila, koja se pretječu, budu po mogućnosti što različitija.

Kod mješanja prometnih brzina treba stoga utvrditi zakonitost unutar utvrđenih i dopustivih razlika brzina pojedinih vozila. Čista teoretska istraživanja o produktivnosti moći će ovdje međutim da razjasne samo stanovite zakonitosti.

Težište istraživanja o produktivnosti cesta sa miješanim prometom treba staviti stoga na praktično promatranje prometa. Time će se razjasniti pojedini elementi kretanja, pa će se moći dobiti istovremeno i neposredno brojčane vrijednosti za najveći prometni učin.

Takova promatranja traže velik broj opaženih vrijednosti, velik utrošak pomoćnih sredstava, i velik utrošak vremena za sređivanje.

U USA su na širokoj bazi provedena istraživanja, da se dobiju upotrebljive vrijednosti za tu svrhu. Ured za javne ceste trgovinskog departmana (Bureau of Public Roads) izdao je u vezi sa Highway Research Board knjigu »Highroad Capacity Manual«, u kojoj su objelodanjeni rezultati tih istraživanja. Kraći izvod te knjige dao je Ing. S. Sulger Büel u časopisu Strasse und Verkehr br. 4 i 5/1952.

Da bi se utvrdio dohvat nekoga prometa u postojećoj mreži ceste, postavlja se pred cestovno planiranje zadatak, da se utvrdi »odakle i kuda tko putuje«. Tako se dolazi do problema: utvrditi porijeklo i cilj prometa. Podloge za proučavanje toga problema daju:

III. Metode direktnoga odnosa indirektnoga ispitivanja o prometu.

Elementi podloge po toj metodi mogu se dobiti samo od vozača. Za svrhu takovoga proučavanja prometa treba prakticirati slijedeće postupke:

a) da se zaustavi promet i vozač direktno upita motornih vozila nekog stanovitog okruga, s pozivom, da se sve dan prije izvršene vožnje unesu i karta vrati,

b) da se zaustavi promet i vozaču uruči upitna dopisnica, koja se nakon svršetka vožnje ispuni i pošalje na kontrolnu stanicu,

c) da se upitne dopisnice pošalju vlasnicima motornih vozila nekog stanovitog okruga, s pozivom, da se sve dan prije izvršene vožnje unesu i karta vrati,

d) da se poduzmu kućna ispitivanja po jednom od uzoraka metode statistike.

Metode pod b) i c) upotrebljavaju se zasada samo u Americi, gdje se statistika nalazi na vrlo visokom stupnju.

Do sličnih rezultata kao pod a) i b) može se doći bez ličnoga, odnosno pismenoga kontakta s vozačem, tako da se registriraju brojevi vozila mrežom opažača.

Takav postupak je opsežan, pa se danas još samo gdjekada upotrebljava.

Rad istraživanja po toj metodi traži također trajna ispitivanja. Prema ekonomskom razvitku grada podvrgnuti su i rezultati takvoga promatranja godišnjim promjenama, pa treba i ovdje vršiti stalna kontrolna ispitivanja. Da bi se rad po toj metodi mogao uspješno odvijati, potrebna je prethodna psihološka priprema i opširno razjašnjenje vozačima motornih vozila. Provedba te metode kod nas nailazit će na teškoće, s obzirom na poznatu nedisciplaniranost vozača, pa pri organizaciji ove vrste rada treba o toj činjenici voditi računa.

Pitanje, koje je ovdje od važnosti, odnosi se na problem, da se utvrdi, kako se sa udaljenosti od grada smanjuje broj svih automobila koji iz njega izlaze na glavnu cestovnu mrežu. Rješavanjem toga problema utvrđuje se interes grada na postavljanju smjernica za projektiranje i građenje izlaznih cesta.

Usklađeni promet.

Rezultati promatranja prometa zadovoljavaju problem dimenzioniranja cesta, koji uzima promet kakav jest, t. j. bez obzira na njegovu svrhu i ekonomski kvalitet. Rješenje te problematike sastoji se u traženju onakove širine ceste, koja će moći primiti promet bez ikakovih smetnji.

Drugačije se postavljaju ovi odnosi kod planiranja cestovnoga prometa. Tu se pojavljuju i takovi odnosi, koji pokazuju stanovite prednosti prema drugim planskim postavkama. Kod njihove ocjene dolazi do izražaja ekonomsko mjerilo nji-

hove vrijednosti. Iz toga izlazi, da potrebe transporta moraju odgovarati svojoj svrsi u ekonomskim granicama.

Svrha samoga prometa izražena je već u njegovoj definiciji, t. j. da je promet zadovoljenje potreba transporta. Transportne potrebe mogu biti zadovoljene kroz različite nosioce prometa, kao ceste, željeznice, brodarstvo i avijaciju. Ni na jednome od tih prometnih nosilaca ne smije promet biti favoriziran, da ne bi time trpio štete promet kao cjelina, a time i narodno gospodarstvo. Od cestovnih prometa motorni teretni promet dolazi prvenstveno kao objekt usklađenja, jer on stoji u prvoj liniji u konkurentnom odnosu prema željeznici.

Kod provođenja i ocjene brojanja saobraćaja mora stoga postojati razlika između usklađenog i neusklađenog prometa. To će vrijediti u prvom redu za neku prometnu liniju, koja stoji u konkurentnom odnosu prema nekom drugom prometnom nosiocu.

U direktivnoj regulatornoj osnovi Zagreba postoje dva otvorena slučaja takovih odnosa. Jedan od njih predstavlja sjeverozapadnu izlaznu saobraćajnicu na potezu Podsused—Zaprešić, a drugi sjeveroistočnu na potezu Dubrava—Stadion. Prvi je osobito značajan.

Na uskom potezu duž lijeve obale Save smještena je dvokolosječna glavna pruga za Sloveniju i uz nju svojim potpornim zidovima priljubljena cesta prema Zagorju i Sloveniji. Zbog nepovoljnih terenskih okolnosti nema cesta mogućnosti proširenja ni prelaza preko željezničke pruge. Uslijed izgradnje industrija i stalnog povećanja prometa bit će njena produktivnost doskora iscrpljena. Provode se studije, da se iz ovoga prometnoga grotla izdvoji željeznička pruga, a postojeći njen nasip upotrebi za nužno proširenje ceste.

Na sjeveroistočnoj saobraćajnici usmjerene su studije na povećanje brzina vozila i produktivnosti shodnim razdvajanjem sporoga i brzoga prometa.

Prikazanim metodama proučavanja prometne strukture nije iscrpljen doseg prometnog proučavanja. Uz dosada navedene podloge i rješavanja ekonomske problematike prometa dolaze još pitanja tehničkoga usklađenja javnoga i privatnoga prometa i tehničko-statistički problemi saobraćaja.

Kod proučavanja strukture prometa ne će, međutim, biti potrebno uzeti u obzir sva prometna mjerila. Prema postav izadatka doći će u obzir prometno-politički, ekonomski, planerski ili tehnički zahtjevi.

Za prvi početak skupnog proučavanja prometne strukture treba, dakako, provesti organizaciju za skupljanje podataka za sve podloge koje su naprijed istaknute.

Karakteristike planske postave cestovnih saobraćajnica u regulacionoj osnovi Zagreba

Planska postava cestovnih saobraćajnica u regulacionoj osnovi grada Zagreba karakterizirana je time, da su glavne prometne saobraćajnice ujedno i nosioci gradskoga proširenja. One su vođene gdje god je to bilo moguće po principu radijala i diagonala, da bi se što više skratile glavne prometne veze za pojedine gradske predjele. Vezivanjem tih predjela sa centrom grada postigla se skupna prometna cjelina.

Glavne cestovne prometne površine u regulacionoj osnovi za novi dio Zagreba mogu se kategorizirati prema položaju i namjeni ovako:

1. Paralelne prometnice istok-zapad (longitudinalne).

a) Cesta »Bratstvo i Jedinstvo« preuzima na sebe svu opskrbu grada i teretni tranzit, a po položaju prolazi neposredno uz oba predviđena teretna kolodvora i javna skladišta.

b) Visoka brza cesta uporedna sa željezničkom prugom. Ta cesta preuzima brzi gradski promet i ujedno je sabirna arterija za sjeverni dio grada. Svojim položajem ona vezuje sa centrom grada Sesvete i sva predviđena gradska naselja na istoku, zatim Podsused i sva predviđena gradska naselja na zapadu. U centru grada ta je cesta projektirana u nasipu, a na istoku i zapadu u nivou terena. Ukrštališta u nivou nema. Cesta povezuje sva tri predviđena putnička kolodvora i ima vezu na sve izlazne cestovne smjerove iz grada.

c) Beogradska ulica. Preuzima gradski interni promet južnoga dijela grada. Ona povezuje sa gradskim centrom istočni i zapadni putnički kolodvor te glavna južna gradska naselja.

2. Radijalne prometnice.

a) Zrinjevac se predviđa kao glavni osovinski bulevar, t. j. veza sjevernog i južnog dijela grada i glavna izlazna cesta na jug. U produženju ima svrhu da spoji centralna gradska područja s lijevom i desnom obalom Save.

b) Ostali radijalni prometni cestovni sistem, koji povezuje stambena i industrijska područja međusobno i sa gradskim centrom te kolodvorima.

Od predviđenih prometnica sistem sjevernih redijala služi za vezu naselja na brdskim predjelima s kulturnim i poslovnim centrima grada. Te su veze projektirane u kotlinama između brdskih ogranaka Zagrebačke gore. Za vezu planinarskih kuća na Sljemenu te turizam i sport projektirana je brdska autocesta, koja povezuje sve objekte od brdskog prevoja do Šestina. Ta je cesta projektirana s osobitom pažnjom na vidike, s obzirom na turistički značaj, koji će imati u svojoj realizaciji.

3. Ulazne — izlazne saobraćajnice.

Od postojećih radijalnih saobraćajnica produžena Savska cesta i Držićeva ulica ujedno su izlazni smjerovi prema jugozapadu odnosno jugoistoku.

Prema istoku skupljene su saobraćajnice sjeverne vanjske mreže u prometni čvor Sesvete, odakle se promet vodi u grad brzom auto-cestom i odvojenom cestom mješovitoga saobraćaja.

Nešto južnije ulazi u grad autocesta Zagreb—Beograd. Sjeverozapadna ulazna saobraćajnica je

postojeća cesta od Podsuseda prema Zaprešiću. Promet sa te ceste skupit će se nakon već prije spomenutoga odvajanja željezničkoga saobraćaja s prometom prema Samoboru u prometni čvor Podsused i uvesti brzom autocestom odnosno lokalnim cestama u Zagreb. Nešto južnije od Podsuseda ulazi promet sa autoceste Zagreb—Ljubljana i ceste Rijeka—Karlovac—Zagreb preko novog savskog mosta u grad.

Južni gradski izlaz orijentiran je osovinom sjever-jug produženog Zrinjevca preko Save.

Sjeverne izlazne saobraćajnice fiksirane su novim trasama izravne veze Zagreba sa Hrvatskim Zagorjem preko Zagrebačke gore. Istočna od tih trasa je veza Dubrava—Čučerje—Stubica, a zapadna Ilica—Gornje Vrapče—Jablanovec. Obe trase vežu se preko Zagrebačke gore na cestu Podsused—Stubica.

4. Kružne veze.

U svrhu međusobnoga povezivanja longitudinalnih, radijalnih i izlaznih smjerova projektirane su kružne veze unutarnjega i vanjskoga gradskog cestovnog prstena.

Vanjski prsten veže na sjeveru periferijska brdska naselja i ulazeći u svaku brdsku kotlinu, gdje su smještene radijalne gradske saobraćajnice, omogućuje najkraći dovoz seljačkih produkata u grad bez lutanja gradskim ulicama. U nizinskom dijelu veže periferijski industrijske zone, skladišta, luku i ostala opskrbna i radna postrojenja, te ih potom povezuje opet na glavne gradske saobraćajnice.

Prema izvršenim proračunima i analizama statističkih podataka te teoretskim metodama proizlazi, da bi Zagreb u doglednoj budućnosti, vjerojatno u roku od 30 godina, dosegao broj od cca 600 000 stanovnika. U daljoj budućnosti vjerojatan je i dalji njegov porast.

Novim regulacionim planom rješavan je Zagreb za izračunatih 600 000 stanovnika. Plan se prilagodio području što ga je dobio grad pripojenjem nekih vanjskih općina. Zbog toga dobila je osnova nešto izdužen oblik, što sa prometnoga gledišta nije povoljno. Daljnjim porastom stanovništva regulirat će se to stanje pripojenjem južnih vanjskih općina t. j. proširenjem grada na desnu obalu Save. Ostalo je prema tome otvoreno pitanje planske postave cestovnih saobraćajnica južno od rijeke Save. To je pitanje vrlo akutno, jer može nastati opasnost divlje izgradnje.

Prethodno bi trebalo donijeti odluku o svrsishodnosti odnosno lokaciji melioracionog plovnog kanala, potvrditi lokaciju aerodroma i definitivno odrediti veličinu i položaj zaštitnoga vodovodnog područja.

Završne napomene

U mreži republičkih i saveznih cesta grad Zagreb je kompleksan saobraćajni problem. Njegova prometna važnost je neosporna. On leži na raskrsnici Srednje Evrope i bliskog Istoka, pa je zato postao važno poslovno središte za razmjenu robe. Planskom izgradnjom industrije dobiva sve više na važnosti, ne govoreći da je on važan privredni i kulturni centar. Takove njegove odlike upućuju svakako na porast prometa. Tu će promet međutim imati stanovite osebujnosti, koje su uslovljene geografskim položajem, uslovima života i veličinom razvoja industrije. Ta njegova prometna osebujnost izrazit će se svakako u njegovoj saobraćajnoj strukturi.

Prema tome čista primjena iskustva i načina rada iz tehničkih naprednih zapadnih zemalja na planiranje cesta i prometa kod provedbe regulacione osnove takove vrste kao što je regulaciona osnova grada Zagreba može imati tek direktivnu važnost, prikupljanja vlastitih podloga. To je principijelno primijenjeno i kod izrade iznesene regulacione osnove.

Svakako, bit će potrebne stanovite izmjene, no one će se moći provesti tek nakon raspolaganja sa vlastitim podlogama. Vlastitih podloga još nemamo i njima prethodi još rješavanje mnogih problema, od kojih, kako je bilo prikazano, mnogi komunalni prometni problemi, zajedno sa onima vanjske cestovne mreže, leže čvrsto jedan uz drugi.

Treba stoga izvršiti organizaciju rada oko prikupljanja podataka sistematski, na široj osnovi, koja će moći da obuhvati sve elemente za upoznavanje prometne strukture i odvijanja prometa.

U kompleksu postavljenih zadataka i pitanja, tek zajednički istraživački rad republičkih cestovnih uprava, cestovne uprave grada, visokoškolskih zavoda i svih prometno zainteresiranih udruženja moći će da pruži potrebne podloge za brzu, pravilnu i ekonomsku realizaciju smjernica, koje daje iznesena direktivna regulatorna osnova grada Zagreba.

IZ INOSTRANIH ČASOPISA

HIDROELEKTRANA HARSPRANGET U ŠVEDSKOJ

(Le génie civil, oktobar 1953)

Za Švedsku je iskorištavanje vodnih snaga od primarnog značenja. Ona nema uglja ni nafte. Država proizvodi $^2/_5$ struje, ona snabdijeva željeznice, baznu industriju i općine. Privatni sektor drži u svojim rukama lokalne centrale i snabdijeva strujom ograničena područja.

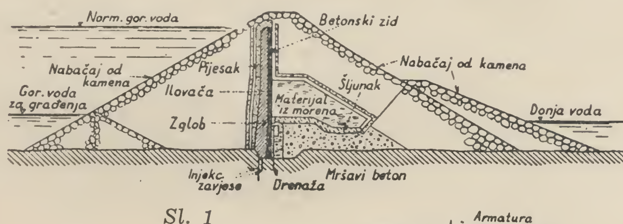
U Švedskoj bi se dalo ekonomično iskoristiti vodenih snaga 50 milijardi kWh godišnje. U 1950 god. proizvodnja je iznosila 16 milijardi kWh ili 2300 kWh po stanovniku, pa su pred njom samo Norveška, Švicarska i Kanada. Međutim, vodopadi leže nepovoljno: više od 85% vodene snage nalazi se u sjevernim područjima, gdje živi samo 17% stanovništva, i potrebni su dugački dalekovodi da struju dovedu u napučeni jug.

Nedavno je puštena u rad hidroelektrana Harspranget. Ona leži u sjevernom polarnom pojasu, a spojena je sa potrošnim područjem dalekovodom 1000 km dugim od 380 kV. Centrala će imati, kad bude posve gotova, ukupnu instaliranu snagu preko 400 000 kW.

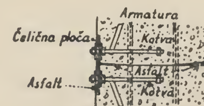
To je druga po redu od predviđenih 7 centrala, koje će se podići na rijeci Lulealv. Ta rijeka ima oborinsko područje blizu 100 000 km², a teče pustim krajem, koji je, prije no što je na njoj pred 40 godina bila sagrađena prva centrala, bio posve nenaseljen.

Centrala Harspranget je podzemna. Visina pada vode iznosi 107,5 m. Ove godine puštena su u pogon tri agregata s ukupnom potrošnjom vode 320 m³/sek. Sa instaliranih 100 000 kW ove jedinice su najjače na svijetu poslije onih u jednoj američkoj centrali.

Brana ima u tlocrtu lomljeni oblik, jer zbog lakšeg fundiranja izbjegava duboku rasjedlinu u terenu. Brana preko rijeke građena je od kamenog nabačaja i zemlje, duga je 780 m, a ima maksimalnu visinu 50 m (vidi presjek na slici br. 1). Krilo brane okomito na glavni smjer, na lijevoj obali, dugo je 650 m. Najveći dio tijela brane izgrađen je iz lomljenog kamena dobivenog kod bušenja dovodnih kanala, podzemne centrale, odvodne galerije i t. d. Nepropusnost brane osigurava jezgra od ilovače debljine 3—4 m, koja se oslanja na betonski zid. U donjem dijelu zid je debeo drenažni bunari. U gornjem dijelu zid je armiran. Između ilovače i nabačaja od kamena izveden je filtar iz pijeska i šljunka, a na uzvodnoj strani betonskog



Sl. 1



Sl. 2

zida izveden je asfaltni namaz, da se spriječi prijanjanje ilovače za beton. Da bi betonski zid mogao lakše pratiti pokrete i sjedanja nasute brane, izveden je na sastavu donjeg i gornjeg dijela zida elastični zglob (slika 2). Nizvodno od betonskog zida izveden je, u partijama gdje je brana znatne visine blok iz mršavog betona. U srednjem dijelu tijela brane upotrebljen je za nasip morenski pjeskoviti šljunak, koji je nabijen valjcima.

Preljev za odvođenje maksimalnog pritoka od 2150 m³/sek izveden je blizu desne obale iz betona, ima tri otvora koji se zatvaraju segmentnim zapornicama. Dvije zapornice su na električni pogon i mogu se otvoriti vrlo brzo, treća je na hidraulički pogon i

otvara se rijetko. Pomoćni preljev je od armiranog betona tipa Ambursen, sa dva polja.

Ulazni uređaj razdijeljen je pregradama na četiri odjela (za četiri grupe, koje će imati postrojenje u svom finalnom obliku). Zatvaranje pojedinih odjela vrši se hidrauličkim zapornicama, koje se u slučaju potrebe mogu zatvoriti za 10 sekundi. Poslije prolaza kroz tijelo brane posredstvom dilatacionog zgloba, dovod vode se nastavlja vertikalnim tlačnim bunarima unutrašnjeg promjera 5 m probijenima u stijeni. Bunari su obloženi armiranim betonom, ali najveći dio naprezanja (od tlaka vode) preuzima stijena. Najniži dio tlačnog voda izveden je od čeličnih cijevi obloženih betonom.

Strojarnica i dvorana za transformatore izdubeni su u stijeni, a nalaze se nedaleko brane, tako da su tlačni vodovi kratki. Strojarnica je 100 m duga, 18 m široka i 13 m visoka, a strop je izveden od torkretnog sloja nanesenog na zavarenu armaturnu mrežu. Strojarnica je spojena zasebnim horizontalnim tunelom, dugim 160 m, sa zasebnim vertikalnim bunarom velikog promjera, kroz koji su se dopremali strojevi. Nad bunarom se nalazi hala u kojoj svršava normalni željeznički kolosjek i u kojoj je smješten okretni kran nosivosti 160 tona, kojim se je spuštala oprema. U bunaru se nalazi dizalo za teret i ljude i stubište.

Turbine su domaće proizvodnje, s garantiranom snagom 98 000 kW pod tlakom od 105 m, sa 167 okretaja na minutu.

I transformatori su smješteni u podzemnoj dvorani. Ona je duga blizu 100 m.

Odvodna galerija duga je 2600 m, ima ogroman presjek od 190 m², vodi kroz čvrstu pećinu i bušena je s pomoću najmodernije mehanizacije.

B. P.

TEMELJ OD PREDNAPREGNUTOG BETONA

(La Technique Moderne — Construction, oktobar 1953)

U jednoj tvornici nikla u Huntingtonu u Americi postavljen je parni čekić od 8 tona sa vremenskim razmakom između dvaju udaraca 0,75 sekunde. Temelj za taj čekić bio je prvotno izrađen od masivnog bloka iz armiranog betona, na kome je bio postavljen čekić posredstvom roštilja iz nekoliko unakrsnih slojeva drvenih gredica. Taj temelj nije mogao izdržati udarce i čekić je radio samo 15% od ukupnog vremena, sve ostalo vrijeme trajali su popravci i održavanje.

Engleski inženjer J. H. Crockett uz suradnju francuskog inženjera L. 0. Brice-a izveo je novi temelj iz dvaju blokova iz prednapregnutog betona, koji počivaju na tlu posredstvom opruga i amortizera. Frekvencije vibracija te cjeline izabrane su vrlo različite od frekvencija tla, da bi se izbjegao fenomen resonancije. Amortizeri imaju zadatak da zaustave oscilacije sistema za vrijeme intervala od ²/₃ sekunde, koji dijeli dva udarca čekića.

Donji blok nosi posredstvom podloge iz kaučuka i amortizera čitavu cjelinu dinamičke mase, t. j. s jedne strane nakovanj, a s druge strane gornji blok, na kome je pričvršćeno postolje stroja.

Izvedba blokova bila je, s obzirom na kompliciranost armature i velike zahtjeve koje su konstrukteri postavljali na beton, teška i zanimljiva. Donji blok (od preko 100 m³) izrađen je izvan građevne jame i naknadno spušten na svoje mjesto. Da bi se izbjegle griješke kod armiranja, za blok je prethodno izrađena maketa u smanjenom mjerilu. Betoniranje je izvršeno metodom Prepact (prethodno se oplata napuni krupnim agregatom, a zatim se injektira pod tlakom žitki mort). Da se spriječi preveliko zagrijavanje betona, agregati su bili neposredno pred betoniranje rashlađeni sa 5 tona leda. Čvrstoća betona poslije 90 dana bila je 600 kg/cm².

Postignuti rezultati su odlični. Od oktobra 1951 god. temelji drže besprijekorno. *B. P.*

NOVOST U ISKORIŠTAVANJU NEČISTIH NALAZIŠTA ŠLJUNKA

(Civil Engineering, New York, decembar 1952)

U suvremenom građevinarstvu troše se ogromne količine šljunka i pijeska, a naslage dobrog materijala ne nalaze se svuda. Zato se sve češće postavlja zadatak da se iz slabog materijala izluče štetni sastojci. Američko Društvo za ispitivanje materijala postavilo je norme, prema kojima šljunak za kvalitetni beton smije imati najviše 5% mekih fragmenata, 1% ugljena ili lignita, 0,25% ilovače (sve u težinskim mjerama).

Redovno je specifična težina agregata koristan i brz pokazatelj za uporabivost agregata. Niska specifična težina često je znak poroznog, slabog materijala, dok je visoka specifična težina najčešće znak dobre kvalitete. Ako se nekim procesom lakše sastojine izluče iz loše prirodne smjese, može se postotak škodljivih primjesa toliko sniziti, da i loš materijal postaje upotrebljiv za najosjetljivije betonske radove.

Takav jedan proces, nazvan separacija s pomoću teškog medija, upotrebljava se u građevinarstvu tek u najnovije vrijeme, dok je u rudarstvu u upotrebi još od 1936 god. To je jednostavna metoda hidrauličkog klasificiranja, koja je već otprije poznata u građevinarstvu. Novost je u tom da se umjesto vode za separaciju upotrebljava medij veće gustoće. Taj medij je suspenzija nekog fino mljevenog materijala, obično ferosilicija ili magnetita, u vodi. Tim postupkom mogu se oštro (u granicama 0,01) separirati sve specifične težine između 1,25 do 3,40.

Agregat koji želimo čistiti sipa se poslije prosijavanja neposredno u separator. To je otvoreni invertirani čunj (ili rotirajući bubanj) napunjen do vrha medijem. Sa dna čunja vodi oštro prema gore svinuta preljevna cijev. Lakše čestice agregata otječu preko preljeva na čunju, dok teže čestice padaju na dno, ulaze u preljevnu cijev, dižu se u njoj zajedno s medijem pod djelovanjem mjehurića, koje proizvodi zasebna zračna crpka, i stižu na vibrirajuće sito. Tu se agregat ispire i poslije toga otprema ili uskladištava.

Ostatak procesa je ponovno dobivanje praška za flotiranje iz vode za ispiranje. Prašak je suviše razrijeđen u vodi, da bi se mogao direktno izlučivati. Zato razrijeđeni medium prolazi između polova jakih magneta, uslijed čega se čestice magnetita (odnosno ferosilicija) magnetiziraju, uzajamno privuku i zgrudvaju. Tako flokulirana suspenzija ide u zgušćivač, zatim u magnetski separator (gdje se oslobađa finih, nemagnetskih čestica) i najzad, poslije rektificiranja gustoće otopine, kroz napravu za odmagnetiziranje natrag u separator na ponovnu upotrebu.

Postupak se može primijeniti na svaki materijal, bez obzira koliko mnogo nečistoća ima u njemu, samo ako razlika između specifičnih težina agregata i škodljivih primjesa iznosi bar 0,05. Postupkom se nekvalitetni materijal oplemenjuje toliko, da se iz njega može izrađivati beton najviših maraka.

Poskupljenje (uslijed dodatnih uređaja za magnetiziranje i odmagnetiziranje) kompenzira se time što

potrošak vode iznosi samo 10—15% od potroška kod primjene običnih metoda pranja. Ukupno koštanje postupka kreće se između 8 i 60 centi (24 i 180 dinara) po toni i zavisi uglavnom o veličini postrojenja (što veće postrojenje, to jeftiniji je postupak).

U građevinarstvu još ne postoje velika iskustva s ovom metodom, ali u rudarstvu su po ovoj metodi podignuta u Americi postrojenja sa godišnjim kapacitetom od 50 miliona tona.

B. P.

IZ DRUŠTVA GRAĐEVINSKIH INŽENJERA I TEHNIČARA NRH

SAVJETOVANJE HIDROTEHNIČARA JUGOSLAVIJE, ODRŽANO U OPATIJI OD 4 DO 6 XII 1953.

Na inicijativu Saveza inženjera i tehničara FNRJ održano je ovo prvo savjetovanje hidrotehničara Jugoslavije. Savjetovanju je prisustvovalo 270 inženjera i tehničara i to iz:

N. R. Srbije	66
Autonomne oblasti Kosmet . .	2
Autonomne pokrajine Vojvodina	26
N. R. Makedonije	29
N. R. Crne Gore	2
N. R. Bosne i Hercegovine . .	27
N. R. Hrvatske	66
N. R. Slovenije	52

zatim predstavnici narodnih vlasti, i to drug Edo Jardas, narodni poslanik i predsjednik G. N. O. Rijeka, drug Mirko Gotić, predsjednik G. N. O. Opatija i drugarica Vlatka Babić, narodni poslanik Rijeke.

Od ukupno 20 referata, odštampano je u Gradbenom vijesniku N. R. Slovenije 12 referata, i to u redovnom broju, bez ikakve oznake, da je to materijal za savjetovanje. Taj broj lista dostavljen je učesnicima pred samo savjetovanje, kao i onih osam neštampanih referata, koji su dati u malo primjeraka na dan dva pred savjetovanje i s kojima se učesnici radi kratkoće vremena nisu mogli detaljno upoznati, iako su neki od njih značajni, kao na pr. referat ing. Geze Bate. Od tih osam referata dva su iz republike Slovenije, a ostali iz N. R. Srbije.

Da se savjetovanje svrši u zakazanom roku, diskutantima je bilo ostavljeno 10 minuta vremena za diskusiju, a za izlaganje referata 20 minuta. Diskusija je bila dosta plodna; broj diskutanata (sa iznosiocima referata) bio je 68. Učesnicima se nisu mogli prikazati filmovi koje je obećala firma Appareils Dragon, jer nisu stigli iz Pariza. Neuspio je i prikaz filma navodnjavanja kišenjem, koji je dalo poduzeće Balkanija. Uspjelo je prikazivanje filma o hidrauličkom laboratoriju u Ljubljani.

Na samom savjetovanju osnovane su 4 jugoslavenske skcije međunarodne organizacije, i to:

a) sekcija za morsku i unutrašnju plovidbu,
b) sekcija za odvodnju i navodnjavanje,
c) sekcija za hidraulička istraživanja,
d) sekcija za snabdijevanje vodom.

Zbog ocjene samog savjetovanja podijeljen je učesnicima anketni list sa 5 pitanja.

Na prvo pitanje, da li se savjetovanje smatra uspjelim, 86% učesnika odgovorilo je sa da, a 14% sa djelimično uspjelim.

Na drugo pitanje »Smatrate li potrebnim održavanje takvih savjetovanja?« — odgovor je glasio sa 100% da postoji potreba.

Treće pitanje, o broju tema i koje teme predlažu za naredno savjetovanje, dalo je odgovor:

39% predložilo je broj tema 4,
25% predložilo je broj tema 3,
20% predložilo je broj tema 2,
10% predložilo je broj tema 5,
6% predložilo je broj tema 6.

Same teme su različite, no prevladavaju uglavnom problemi navodnjavanja.

Na četvrto pitanje. »Koja tema i koji referat na ovom savjetovanju smatrate najuspjelijim«, dobiveni su ovi odgovori:

27% smatra najuspjelijim referat Ing. A. Celegina i temu »Vodno zakonodavstvo«,

24% smatra najuspjelijim referat Ing. Radovana Petrovića i temu »Hidrološka služba«,

19% smatra najuspjelijim referat Ing. Geze Bata, »Prilog hidrauličkom proučavanju ušća rijeke na osnovu analize padova«,

16% smatra najuspjelijim temu »Problemi krša« i referat ing. Franje Jenka »Hidrologija in vodno gospodarstvo«.

Na peto, završno pitanje: »Što mislite o organizaciji ovog savjetovanja i prijedloga za buduće savjetovanje?«, odgovoreno je uglavnom:

a) da svi referati trebaju biti objavljeni bar mjesec dana prije održavanja savjetovanja,

b) savjetovanje sa pregledom interesantnih radova,

c) za mjesto održavanja slijedećeg savjetovanja: Ohrid 4, za Novi Sad i Sarajevo po jedan prijedlog.

Sa savjetovanja upućene su pozdravne depeše drugu Maršalu Jugoslavije Josipu Brozu Titu i Predsjedniku Izvršnog Vijeća N. R. Hrvatske drugu Vla-5 m. U njemu je uzdužna galerija, u kojoj su spušteni dimiru Bakariću.

Za donašanje zaključaka po svakoj temi određene su komisije, koje su predložile zaključke, a učesnici su ih bilo jednoglasno ili glasanjem primali i eventualno redigovali.

Po temama donijeti su ovi zaključci:

Vodno zakonodavstvo

1. Radovi na vodama, koji su već ostvareni ili su planirani u cilju podmirenja potreba i omogućavanja daljeg razvoja socijalističke privrede naše zemlje, nameću potrebu da se najhitnije donese Zakon o vodama. Ovim Zakonom će se zaštiti interesi društvene zajednice, pošto se već osjeća očevidna šteta u razvoju privrede zbog nedostatka Zakona o vodama.

2. S obzirom na povezanost režima voda i njihovog uređenja, korišćenja i zaštite, potrebno je da taj Zakon bude donesen kao Savezni osnovni Zakon, koji će sadržavati jedinstveno materijalno pravna i tehnička načela po svim pitanjima uređenja, iskorišćavanja i zaštite voda, s tim da ga pojedine Narodne republike mogu nadopunjavati svojim zakonima, ukoliko to iziskuju specifične potrebe vodoprivrede na njihovim teritorijama.

3. Normativa načela u pogledu određenja vode u svrhu zaštite od erozije, odbrane od poplave i odvodnjavanja moraju biti ispostavljena odredbama ovog

Zakona kao obaveze društva i zainteresovanih, jer od njihovog ostvarenja zavisi zaštita interesa društvene zajednice i njene privrede.

4. Uređenje i zaštita voda, kao i plansko iskorišćavanje vode u privredne, zdravstvene i druge svrhe treba da se zasniva na rješenjima vodoprivredne osnove, koju treba izrađivati za pojedina privredna i slivna područja. Načela za plansku raspodjelu vode između potreba zainteresovanih privrednih grana i komunalnih zahtjeva i djelatnosti u području, kao i za usklađivanje tih potreba i zahtjeva, moraju biti u Zakonu točno definisana.

5. Zakon treba da obuhvati regulative za sprečavanje divljih pothvata u vodoprivredi i radova na vodi ili u vezi sa vodom, koji predstavljaju opasnost ili štetu za društvenu zajednicu. Stoga Zakon treba da normira povremeno traženje vodoprivredne suglasnosti i odobrenje, čiju ocjenu mogu vršiti samo oni organi narodne vlasti kojima su povjereni poslovi iz oblasti vodoprivrede.

6. Radi što hitnijeg okončanja nacrta Zakona o vodama treba da se Komisiji za vodoprivredu FNRJ stave na raspolaganje i stručnjaci iz republičkih uprava za vodoprivredu, legitimni predstavnici društava građevinskih inženjera i tehničara kao i drugih ustanova i organizacija koje imaju interesa za donošenje ovog Zakona.

Prije podnošenja nacrta nadležnim organima za redakciju prijedloga nacrta, potrebno je izrađeni nacrt dostaviti Društvima građevinskih inženjera i tehničara na diskusiju i primjedbu.

7. Do donošenja Zakona o vodama treba u okviru zakonskih propisa u privredi hitno riješiti pitanja: a) izrade i odobrenja privrednih osnova, b) organizacije vodoprivredne službe, c) načina financiranja u vodoprivredi pomoću »Fonda voda« i drugih, i d) vodopravnog postupka.

8. Radi pristupanja sistematskom i organiziranom radu na rješavanju svih vodoprivrednih problema, potrebno je najhitnije imenovati članove već ustanovljene Komisije za vodoprivredu FNRJ i dopuniti odnosno postaviti odgovarajuće organe vodoprivrede u Narodnim republikama.

Hidrološka služba

9. Da se hidrološkoj službi stave na raspoloženje dovoljna novčana sredstva za nabavku modernih instrumenata i uređaja za obavljanje zadataka koje pred ovu službu postavlja naša privreda.

10 Da se hidrološkoj službi stave na raspoloženje potrebna novčana sredstva prema programu rada koji će se sastaviti za tu službu u izvršenju hidroloških radova i studija, kako bi se pri planiranju i projektovanju kao i izvođenju hidrotehničkih radova raspolagalo sa sigurnim hidrološkim podacima, na koji bi se način izbjegle velike štete koje mogu nastati zbog upotrebe netačnih hidroloških podloga.

11. Da se hdrološkoj službi obavezno dostavljaju svi hidrološki podaci i studije s kojima pojedina poduzeća i ustanove raspolažu. U pogledu budućih hidrometeoroloških radova sve ustanove i poduzeća treba da ih prijave hidrometeorološkoj službi radi usklađivanja i saradnje, kao i da rezultate ovakvih studija i radove dostavljaju tako, da se ti podaci poslije provjere mogu upotrebljavati i za rješavanje ostalih hidrotehničkih problema.

12. Da se poduzmu potrebne mjere, da se u našoj zemlji otpočne sa proizvodnjom limnigrafa, ombrografa i drugih registrirnih instrumenata, tako, da se na važnijim tokovima kao i važnijim djelovima slivova postave ovi instrumenti, čime će se dobiti bolji i točniji podaci za projektovanje i izvođenje hidrotehničkih radova.

13. Da hidrološka služba izvrši reviziju dosadašnjih hodrometrijskih profila i da se dobri i pogodni osposobe za mjerenje i velikih voda.

14. Da se od strane revizionih komisija, prilikom revizije hidrotehničkih projekata, kao i od strane projektantskih poduzeća, zavoda i ustanova, dostavljaju hidrotehničkoj službi svi utvrđeni netočni hidrološki i meteorološki podaci, da bi se putem objavljivanja ovakvih podataka spriječila njihova daljna upotreba.

Isto tako da se prilikom razrade hidrometeoroloških podataka i od strane hidrometeorološke službe ustanovljeni netačni podaci publikuju radi znanja.

15. Da sva poduzeća, zavodi i ustanove, koji raspolažu sa hidrometrijskim krilima i drugim hidrološkim instrumentima, izvrše prijavu nadležnoj hidrometeorološkoj službi sa podacima: da li su hidrometrijska krila i drugi instrumenti u upotrebi ili se i da li raspolažu sa stručnim kadrovima za upotrebu ovih instrumenata.

16. Da hidrometeorološka služba preuzme hitne mjere, da se i na visokim dijelovima riječnih slivova postavi dovoljan broj kišomjernih stanica sa registrirnim instrumentima. Da se zavede kontrola savjesnog i disciplinovanog ubiranja podataka padavine i vodostaja.

Isto tako potrebno je da se kod pojedinih kišomjernih stanica vrši i opažanje intenziteta padavine, temperature i vlažnosti zraka, kao i jačine i smjera vjetrova.

Plovna mreža

17. Da je potrebno poduzeti hitne mjere za poboljšanje današnjeg slabog stanja plovne mreže.

18. Da se prilikom razrade svih hidrotehničkih problema na rijekama, a posebno u slivu Save i Dunava, ne zanemaruju, kao dosada, problemi plovne mreže.

19. Posebno treba posvetiti pažnju korišćenju daljih mogućnosti razvoja plovne mreže formiranjem odgovarajućih posebnih stručno-naučnih organizacija za tehničku pripremu i izradu podloge razvoja plovne mreže.

20. Radi pravilnog rješavanja problematike plovne mreže, nužno je da u odgovarajućim organizacionim forumima za rješavanje problema vodne mreže (vodoprivrednih problema) budu angažovani stručnjaci saobraćajne hidrotehnike, što dosada nije bio slučaj.

21. Da se izvrši revizija i dopuna prikupljanja podataka o saobraćaju na plovnim putevima, kako bi se raspolagalo sa potrebnim podacima za dokumentaciju ekonomskih proučavanja u vezi sa hidrotehničkim radovima na plovnoj mreži.

Ekonomika melioracija

22. Razrada planova i projekata treba da bude kompleksna i bazirana na temelju obrađenih podloga. Ova razrada ne smije biti običan zbir radova po pojedinim strukama, nego rezultat njihove najuže i najprisnije saradnje.

23. Iako proračuni ekonomičnosti i dokazi korisnosti iz navedenih razloga baziraju na često nepotpunim podacima, njih treba i dalje sprovoditi, a manjkavost osnovnih elemenata postepeno uklanjati. U tu se svrhu preporučuje za početak osnivanje jednog tijela pri DIT-u, koje bi uključilo naše najbolje stručnjake

POZIV NA PRETPLATU

Molimo sve naše pretplatnike da obnove pretplatu za časopis »Građevinar«, VI. godište 1954.

Časopis izlazi 6 puta godišnje.

Članovi Društva građevinskih inženjera i tehničara NR Hrvatske, koji redovno plaćaju povišenu članarinu, dobivaju časopis besplatno.

Pretplatu treba doznačiti na tekući račun kod Narodne banke F.N.R.J., Filijala Zagreb br. 402-T-812.

P r e t p l a t a za cijelu godinu iznosi za pojedince Din 600.—, za pola godine Din 300.—, pojedini broj Din 100.—.